PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 8. 15. April 1909. Redaktionsschluß für No. 9 am 24. April 1909. 10. Jahrgang.

INHALT.

An unsere Leser! S. 249.
Originalmitteilungen:
F. Soddy u. A. S. Russell, Die γ-Strahlen des Uraniums. S. 249.
Th. Wulf, Ein neues Elektrometer für statische Ladungen. III. S. 251.
Th. Wulf, Über die Bestimmung kleiner Kapazitäten mittels des Fadenelektrometers. S. 253.
M. Trautz, Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn D. Gernez: Untersuchungen über Tribolumineszenz". S. 255.
R. W. Wood, Die vollständige Balmersche Serie im Spektrum des Natriums. S. 258.
N. Umow, Über eine Methode zur Erforschung der Körper des Planetensystems, besonders auf Anwesenheit des Chlorophylls. S. 259.
Chr. Ries, Selbsttätiger Unterbrecher und sprechende Funkenstrecke. S. 260.
J. Radakovits, Anwendung einer verallgemeinerten Form des Gravitationsgesetzes auf molekulare Distanzen. S. 260.
Vorträge und Diskussionen von der 80. Naturforscherversammlung zu Köln:
Cl. Schaefer, Über die Beugung elektromagnetischer Wellen an isolierenden zylindrischen Hindernissen. S. 261.
H. Lehmann, Über einen neuen Projektionsschirm mit metallischer Oberfläche für farbige und lichtschwache Bilder. S. 272.
Besprechungen:
L. Pfaundler, Physikalische Wandtafeln. I. S. 279.
J. Brode, Elemente der physikalischen Chemie. S. 279.
L. David, Ratgeber für Anfänger im Photographieren. S. 279.
C. Pizzighelli, Anleitung zur Photographie. S. 279.
Cl. Schaefer, Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. S. 279.
Tagesereignisse. S. 280.
Personalien. S. 280.
Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1909. S. 281.
Gesuche. S. 296.

An unsere Leser!

Mit der heutigen Nummer übernimmt Herr Privatdozent Dr. Fr. Krüger, Göttingen, die Redaktion der Physikalischen Zeitschrift. Er tritt damit an die Stelle von Herrn Professor Bose, der wegen seiner Übersiedelung an die Universität La Plata die Redaktion niederlegen mußte. Herr Prof. Bose hat 4½ Jahre lang die Redaktion in Händen gehabt. Das Vertrauen, welches er sich in dieser Zeit bei unseren Mitarbeitern und Lesern erworben hat, sichert seinem Namen ein dankbares Andenken in der Geschichte unserer Zeitschrift. Wir bitten, dieses Vertrauen auch auf seinen Nachfolger zu übertragen.

Die Herausgeber
E. Riecke. H. Th. Simon.

Der Verleger
S. Hirzel.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Die γ-Strahlen des Uraniums.

Von Frederick Soddy und Alexander S. Russell.

Unsere Kenntnis von den γ-Strahlen des Uraniums war bislang auf ihre Entdeckung durch Rutherford[1]) und die Beobachtungen von Eve[2]) beschränkt. Eve lenkte die Aufmerksamkeit auf ihre außerordentlich geringe Stärke und ihr verhältnismäßig geringes Durchdringungsvermögen. Er fand, daß Uranium nur ungefähr ein Zehntel so viel γ-Strahlen aussendet wie Thorium, wenn die Untersuchung durch eine Bleischicht von 0,64 cm hindurch erfolgt. Das ist äußerst bemerkenswert in Anbetracht dessen, daß Uranium ungefähr sechsmal mehr β-Strahlen aussendet. Während die γ-Strahlen des Thoriums denselben Wert des Absorptionskoeffizienten haben wie die des Radiums [$\lambda\,(\mathrm{cm})^{-1} = 0{,}57$ bis 0,46 in einem Bereiche von 0,64 bis 3,0 cm Bleischicht], werden die γ-Strahlen des Uraniums viel leichter absorbiert. Eve hat für λ den Wert 1,4 angegeben bei Bleischichten zwischen 0,28 und 0,92 cm Stärke. Er hat festgestellt, daß die Strahlung homogen ist, daß die Absorption in diesem Bereiche einem Exponentialgesetz folgt, und daß die Strahlen in einer 1 cm dicken Bleischicht praktisch vollkommen absorbiert werden. Eve arbeitete mit Uranylnitrat.

Uns standen 50 kg reinen Uranylnitrats zu

1) Diese Zeitschr. **3**, 517, 1902.
2) Diese Zeitschr. **8**, 183, 1907.

Gebote, die uns ein Freund gelegentlich der Untersuchungen des einen von uns über den Vater des Radiums[1]) in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hatte. Wir waren daher in der Lage, die Untersuchungen über die γ-Strahlen des Uraniums bedeutend zu erweitern und die Ergebnisse teilweise zu berichtigen. Durch eine lange Reihe chemischer Operationen, teils bekannter, teils neuer, die sich aber zum großen Teil auf die vortrefflichen chemischen Arbeiten von Sir William Crookes, dem Entdecker dieser Substanz[2]), gründeten, haben wir den größeren Teil des Uranium *X* aus dem Uranium abgeschieden und es bei der letzten Trennungsoperation in Gestalt dünner Schichten von nur wenigen Milligrammen Gewicht erhalten. Die Operationen beanspruchen etwa 12 Tage. Wie zuerst einer von uns nachgewiesen hat[3]), liefert *Ur X* keine der α-Strahlen, aber alle β-Strahlen des Uraniums; es liefert ferner, wie zu erwarten stand, und wie die vorliegende Arbeit lehrt, auch die γ-Strahlen. Wir fanden, daß diese ebenso schnell abklingen wie die β-Strahlung, nämlich in je 22 Tagen auf die Hälfte. Die anfängliche β-Strahlung des reinen Präparates ließ einen Röntgenstrahlenschirm ungefähr in demselben Maße aufleuchten wie 7 mg reinen Radiumbromids in einer dünnen zugeschmolzenen Glasröhre. Das Leuchten war in einem vollständig erhellten Raume deutlich zu sehen, wenn der Schirm im Schatten des Beobachters stand. Wie Eve gefunden hatte, ist jedoch die γ-Strahlung außerordentlich schwach. Wir verglichen sie genau mit der γ-Strahlung seitens einer bekannten Menge reinen Radiumbromids nach dem Durchgange durch eine 2,5 cm starke Bleischicht, und zwar mittels eines Elektroskops. Unter diesen Verhältnissen war das *Ur X* mit 0,053 mg Radiumbromid gleichwertig. Wie weiter unten dargetan werden soll, läßt sich berechnen, daß der Bleischirm die γ-Strahlen des Uranium *X* auf 20,6 Proz. und die des Radiums auf 55 Proz. ihres Anfangswertes herabminderte. Nach diesen Angaben kann man unter Berücksichtigung des Abfalls während der Abscheidungsprozesse überschläglich schätzen, daß die γ-Strahlen der beiden Elemente Uranium und Radium sich ungefähr wie eins zu fünfhundert Millionen verhalten, wenn man, wie im vorliegenden Falle, die Absorption ausscheidet und nur mit den harten γ-Strahlen arbeitet.

Ehe die Aktivität des Präparats zu weit sank, konnten wir noch den Absorptionskoeffizienten der γ-Strahlen in 14 Substanzen genau bestimmen. Wie Wigger es bei den γ-Strahlen des Radiums gefunden hat[1]), folgt die Absorption, nachdem eine kritische Anfangsschichtdicke der Substanz durchdrungen worden ist, streng einem Exponentialgesetz, und der Absorptionskoeffizient ist der Dichte der Substanz sehr angenähert proportional. So folgt bei Blei zwischen 1 und 5 cm Schichtdicke und bei allen übrigen Stoffen in entsprechenden Bereichen der Schichtdicke die Absorption innerhalb der sehr engen Versuchsfehlergrenzen vollkommen einem Exponentialgesetz. Der Wert des Absorptionskoeffizienten $\lambda\,(\mathrm{cm})^{-1}$ ist für Blei 0,62. Im allgemeinen ist für alle Substanzen der Wert von λ/d, wo d die Dichtigkeit ist, ungefähr 0,055 gegenüber 0,021 für die γ-Strahlen des Radiums für Schichtdicken von mehr als 2,8 cm Blei (Wigger). Die γ-Strahlen des Uraniums werden also ungefähr $2\,{}^1/_2$ mal so stark absorbiert wie die des Radiums.

Die Versuchsbedingungen sind von grundlegender Bedeutung, denn sie beeinflussen den für den Absorptionskoeffizienten erhaltenen Wert sehr stark. Bei unseren Versuchen ähnelte die Anordnung in der Hauptsache der Wiggerschen. Die absorbierenden Platten waren nämlich dicht angeschraubt und bildeten die Grundplatte des Elektroskops. Das Präparat wurde an einer bestimmten Stelle daruntergelegt. Bei Isolatoren wurde die obere Fläche mit einem dünnen Aluminiumblatt bedeckt. Soweit angängig, bestanden die absorbierenden Platten alle aus demselben Material. Nur bei leichten Substanzen und bei einem Versuche mit Quecksilber war die Grundplatte des Elektroskops, wie bei den Versuchen von Wigger, eine Bleiplatte. Deren Dicke war 1,2 cm. Unser Wert für den Absorptionskoeffizienten ist ganz von dem verschieden, den Eve angegeben hat, und es ist in der Tat etwas zweifelhaft, was für Strahlen Eve beobachtet hat. In dem von ihm verwendeten Bereiche für die Dicke der Bleischichten, also zwischen 0,28 und 0,92 cm finden wir, daß die Strahlen nicht homogen sind, und daß das Exponentialgesetz keineswegs gilt. Es ist in verhältnismäßig großer Stärke eine sehr viel weniger durchdringungskräftige Strahlung vorhanden, die in einer 1 cm dicken Bleischicht vollkommen absorbiert wird und einen 8 bis 10 mal so großen Wert für λ hat wie der durchdringungskräftige Typus. Wir untersuchen zurzeit die Absorption und die magnetische Ablenkbarkeit dieser Strahlen. Sie werden bei den Eveschen Messungen mit Uranylnitrat verhältnismäßig viel weniger hervorgetreten sein als bei den unsrigen mit *Ur X*, und zwar wegen der starken Absorption im erstgenannten Falle. Es sei erwähnt, daß das Vorhandensein einer sehr weichen γ-Strahlung, entsprechend der

1) Nature, 28. Januar 1909, S. 366.
2) Proc. Roy. Soc. **68**, 409, 1900.
3) Trans. Chem. Soc. 1902, S. 860.

1) Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr. **2**, 430, 1905.

äußerst weichen β-Strahlung des *Ur X*, zu erwarten ist (Schlundt und Moore, Levin, H. W. Schmidt). Es scheint keine Strahlung vorhanden zu sein, die dem Eveschen Werte für λ entspricht, aber sein Wert für die γ-Strahlen des Radiums, 0,46, weicht auch ungefähr ebenso stark von dem Wiggerschen Werte 0,24 ab wie sein Wert für die γ-Strahlen des Uraniums mit 1,4 von dem unsrigen mit 0,62.

Den Wert 0,055, den wir bei unseren Versuchen für λ/d gefunden haben, erhielten wir tatsächlich genau für Substanzen, die ihrer Dichte und ihrer Natur nach so verschieden waren wie Quecksilber, Blei, Aluminium, Schiefer und Fichtenholz, ein Zeichen für das bemerkenswerte Gültigkeitsbereich des „Dichtegesetzes" im vorliegenden Falle. Wir glauben indessen nicht, daß es strenge gilt; denn Messing (Dichte 8,40) absorbierte tatsächlich stärker als Kupfer (Dichte 8,80), und Zink (Dichte 7,07) stärker als Zinn (Dichte 7,25), und zwar bei Versuchen, die streng miteinander vergleichbar waren und unter guten Bedingungen verliefen. Die tatsächlich experimentell gefundenen Werte für λ/d schwankten innerhalb der Grenzen 0,045 (einem Werte für Eisen) und 0,068 (für Paraffin). Ein Teil dieser Schwankung, aber unseres Erachtens nicht der ganze Betrag, beruht zweifellos auf Versuchsfehlern. Wenn das Exponentialgesetz, soweit wir es übersehen können, auch ganz strenge gilt, so scheinen doch die für λ erhaltenen Werte in bislang noch nicht völlig aufgeklärter Weise ein wenig von dem besonderen Versuche abhängig zu sein. Wir empfehlen die Ausführung ähnlicher Messungen für die γ-Strahlen des Radiums, in der Hoffnung, weitere Aufschlüsse über die Natur dieser Änderungen zu erhalten.

Bei Schichtdicken von mehr als 5 cm Blei und entsprechend dicken Schichten anderer Metalle scheint sich λ zu ändern und sehr viel kleiner zu werden. Das deutet auf das Vorhandensein einer noch durchdringungskräftigeren Strahlungsart als die γ-Strahlen, aber unsere Präparate sind kaum aktiv genug, um uns zu gestatten, dies zweifellos klarzustellen. Auch hier dürften die von uns vorgeschlagenen Versuche mit den γ-Strahlen des Radiums mehr Licht über die Sache verbreiten.

Physikalisch-chemisches Laboratorium der Universität Glasgow, 27. Februar 1909.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 3. März 1909.)

Ein neues Elektrometer für statische Ladungen.

Dritte Mitteilung[1]).

Von Th. Wulf.

Die vorliegende Mitteilung enthält einige Verbesserungen des früher beschriebenen Apparates, besonders zur Erhöhung seiner Transportfähigkeit.

1. Die anfangs benutzte Arretierung mittels eines Quarzfadens, der durch ein Loch in dem Belastungsplättchen der Fäden ging, verursachte leicht Störungen. Auf dem Transport wurde der Faden durch Reibung elektrisch und zog dann die Fäden an, so daß sie nicht mehr frei herabhingen. Statt dessen wurde an die Fadenenden ein ganz locker gespanntes Spinnefädchen gekittet, das die Fäden beim Umlegen hält. Dasselbe hat sich gut bewährt und wird wegen gewisser Vorzüge noch jetzt bei den Apparaten zur Messung der durchdringenden Strahlung[2]) angewandt.

Für das Elektrometer selber hat noch eine andere Anordnung wesentliche Vorteile ergeben. Sie besteht darin, daß die Fäden unten durch eine elastische Feder gehalten werden. Dieselbe ist so empfindlich, daß sie schon durch die geringen Kräfte, welche die Fäden spreizen, deformiert wird, so daß die unteren Fadenenden sich auch hier etwas heben können. Als Feder von ausgezeichneten elastischen und isolierenden Eigenschaften hat sich ein gebogener Quarzfaden bewährt, an welchen das untere Ende des Fadenpaars angekittet ist, so wie es Fig. 1

1) Frühere Mitteilungen: Th. Wulf, diese Zeitschr. **8**, 246, 527 und 780, 1907.
2) Th. Wulf, diese Zeitschr. **10**, 152, 1909.

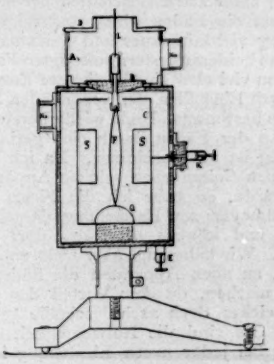


Fig. 1.

zeigt. Es ist klar, daß dieses Instrument ohne weitere Arretierung transportfähig ist und eben wegen der elastischen Abfederung des ganzen Fadensystems auch den heftigsten Stößen gewachsen ist. Der Apparat kann in vollständig geladenem Zustand transportiert werden. Einen derartigen Apparat benutzten Gockel und Verfasser letzten Sommer bei ihren Beobachtungen im Hochgebirge [1]). Wir konnten sogar die sonst so zeitraubenden Isolationsprüfungen auf dem Marsche vornehmen. Der Apparat wurde zu Hause geladen, abgelesen und in den Rucksack gesteckt. Nach mehrstündiger Gletscherwanderung oder Besteigung wurde er auf ein photographisches Stativ gesteckt und wieder abgelesen. — In dieser Form kann der Apparat auch zu Beobachtungen auf Schiffen und im Ballon dienen.

2. Diese Befestigungsart bringt es mit sich, daß die Spannung ein wenig von der Temperatur abhängt, da der Ausdehnungskoeffizient des Quarzes von demjenigen des Messinggehäuses verschieden ist. Es wird deshalb jetzt der Hilfskonduktor an Stangen aus Nickelstahl aufgehängt, die von der oberen Gehäusewand herunterragen (in Fig. 1 nicht gezeichnet). Da der Ausdehnungskoeffizient von Nickelstahl wie auch der der Quarzfäden praktisch gleich Null zu setzen ist, so werden die Angaben des Instruments dadurch von der Temperatur unabhängig. Ähnlich wird der Träger des unteren Quarzbügels bei den Instrumenten ohne Hilfskonduktor an einer von oben herabreichenden Nickelstahlstange befestigt.

3. Endlich ist es klar, daß man bei dieser Einrichtung leicht eine Vorrichtung treffen kann, um durch stärkeres oder schwächeres Spannen der Fäden die Empfindlichkeit zu variieren über einen großen Meßbereich. Da die Spannvorrichtung unter Zwischenschalten der elastischen Feder auf die Fäden wirkt, so erfolgt die Anspannung viel langsamer und gleichmäßiger als bei einem beiderseits starr befestigten Faden, und man kann viel eher eine bestimmte Empfindlichkeit durch Einstellen der spannenden Schraube auf einen bestimmten Punkt wiederherstellen. Ein Zerreißen der Fäden durch eine geringe Überspannung ist ausgeschlossen. Da ich von verschiedenen Seiten nach solchen Apparaten gefragt wurde, so habe ich die Firma Günther & Tegetmeyer zur Herstellung derselben veranlaßt, und können dieselben dort bezogen werden. Wir haben uns aber nicht entschließen können, an allen Apparaten die Fäden spannbar zu machen, da dem Vorteil des größeren Meßbereiches doch auch Nachteile gegenüberstehen. Es sind die Notwendigkeit der Neueichung bei jeder neuen Einstellung im Laboratorium, bei Beobachtungen im Gelände die Schwierigkeit einer exakten Einstellung und die Gefahr nachträglicher Irrtümer und endlich der höhere Preis. Voraussetzung dabei ist allerdings, daß der Meßbereich des einfachen Instruments tatsächlich groß genug sei. Das ist aber bei der 160teiligen Skala, die gleichmäßig bis zum Ende ausgenutzt werden kann und die durch die doppelte Vergrößerung des Mikroskops noch um die Hälfte erweitert wird, ganz entschieden der Fall.

4. Eine weitere Verbesserung betrifft das Einfügen der zwei Influenzschneiden *SS* zu beiden Seiten der Fäden. Dieselben bestehen einfach aus zwei gebogenen Drähten, welche an der Innenwand des Gehäuses bzw. des Hilfskonduktors angebracht sind. Ihr Abstand ist beiderseits so groß gewählt, daß ein Anspringen der Fäden auch bei starken Überladungen ausgeschlossen ist. Der Zweck dieser Schneiden ist ein doppelter. Einmal vergrößern sie die Empfindlichkeit und sodann halten sie die Fäden beim Ausschlag stets in derselben Ebene, so daß stets beide zugleich im Mikroskop scharf erscheinen.

5. Endlich muß noch ein Punkt erwähnt werden, wenn er sich auch mehr auf die Art der Herstellung als auf die Einrichtung der fertigen Apparate bezieht. Wir haben mehrfach die unangenehme Erfahrung machen müssen, daß Apparate, die in tadellosem Zustand die Werkstatt verlassen hatten, gänzlich unbrauchbar und mit ganz verdrehtem Fadensystem ankamen. Die Firma Günther & Tegetmeyer hat das Verdienst, die Ursache dieser Erscheinung aufgedeckt zu haben. Es handelt sich um ein nachträgliches langsames Verziehen der Fäden, wahrscheinlich an den Kittstellen, wie man es ähnlich auch bei Thermometern und Aneroidbarometern beobachtet. Dieser Ausgleich wurde durch die beständigen Stöße der Eisenbahnfahrt ganz bedeutend beschleunigt. Als ein neuangefertigter, gut funktionierender Apparat 12 Stunden geschüttelt wurde, waren die Fäden ganz verdreht. Zurechtgerichtet und wieder geschüttelt, zeigten sie nur mehr eine geringe Verdrehung und ein drittes Mal blieben sie ganz ohne Veränderung und bestanden auch die Eisenbahnfahrt ohne Nachteil. Es werden daher jetzt alle Apparate vorher künstlich gealtert.

6. Was die Eichkurve betrifft, so hat dieselbe durch diese Neuerungen noch entschieden gewonnen. Während sonst die Kurve bei großen Ausschlägen schwach gekrümmt war im Sinne einer stärkeren Empfindlichkeit, ist sie jetzt bis ans Ende der Skala eine gerade Linie, da die stärkere Federspannung der zunehmenden Kapazität entgegenwirkt. Die geringere Empfindlichkeit für die ersten 20—30 Skalenteile bleibt jedoch bestehen.

1) A. Gockel und Th. Wulf, diese Zeitschr. **9**, 907, 1908.

7. Inzwischen sind auch die Versuche beendet, um zu erfahren, für welchen Meßbereich gut wirkende Apparate hergestellt werden können. Die empfindlichsten Fäden gehen bereits bei ca. 40 Volt aus dem Gesichtsfeld, geben also für 1 Volt etwa 4 Skalenteile Ausschlag. Nach oben ist dem Meßbereich keine andere Grenze gesteckt als mit dem Beginn der Ausstrahlung, die sich bei den gebrauchten Fäden bei etwa 1500 Volt einstellt. Bis etwa 1400 Volt isolieren die Apparate sehr gut. Innerhalb dieser Grenzen können die Apparate für jede gewünschte Empfindlichkeit hergestellt werden. Ein Zerreißen der Fäden ist auch bei den stärksten Überladungen niemals vorgekommen.

Durch sorgfältigere Dimensionierung aller Teile konnte die Kapazität des Apparates mit Hilfskonduktor noch bedeutend herabgesetzt werden. Dieselbe beträgt ohne Ladestift etwa 2,3 cm (gegen 4 cm früher).

Wenn auf möglichst geringes Gewicht Wert gelegt wird, so wird das Gehäuse aus Leichtmetall hergestellt. Das Gewicht bleibt dann ohne Fuß bedeutend unter 1 kg.

8. Bei der großen Genauigkeit der Messungen mit dem Apparat kann man vermuten, daß die Änderungen der Kapazität mit dem Ausschlag sich störend bemerklich machen. Bei den Blättcheninstrumenten wird oft über diesen Einfluß geklagt, ohne daß es meines Wissens bisher gelungen wäre, bei einem der Instrumente mit kleiner Kapazität diese Änderung zu bestimmen. Harms[1]) hat eine solche Bestimmung bei einem Blättchenelektroskop versucht, kommt aber zu keinem sicheren Resultat. Bei meinem Instrument ist die Änderung sicher vielmal kleiner. Nach mehreren mißglückten Versuchen ist mir endlich nach zwei Methoden eine Bestimmung gelungen, deren Resultate befriedigend übereinstimmen.

Die erste Methode läßt sich am besten durchführen, wenn man zwei Instrumente hat, von denen eines spannbare Fäden besitzt. Durch stärkeres oder schwächeres Spannen kann man den Ausschlag ändern bei konstanter Ladung. Dann ändert sich mit der Kapazität auch das Potential, und diese kleine Änderung des Potentials läßt sich in dem zweiten Instrument, das beständig mit dem ersten verbunden ist, ablesen. Da man schnell hin- und zurückdrehen kann, so kommen die Verluste durch Isolationsfehler, Zerstreuung in die Luft getrennt zum Vorschein. Und bei einer großen Zahl von Beobachtungen werden noch die Zehntel des Skalenteiles sicher ermittelt. Ist Δ die Änderung der Kapazität zwischen zwei Teilstrichen (etwa 50 und 100) und V das Potential, C die Gesamtkapazität und v die beobachtete Änderung des Potentials, so ist

$$\Delta = C \frac{v}{V}.$$

Die Ausschläge werden um so größer, je höher V ist. Es wurde deshalb zum Messen ein empfindliches Elektrometer mit Hilfskonduktor verwendet. Dieser wurde mittels einer Wasserbatterie nach Herweg[1]) auf etwa 400 Volt geladen. Die erhaltenen Resultate lassen sich recht gut durch eine Kurve darstellen (Fig. 2). Sie

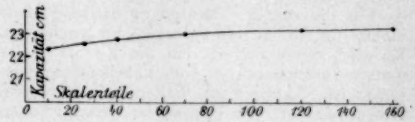


Fig. 2.

zeigen, daß die Änderung der Kapazität anfangs stärker, später sehr gering und gleichmäßig ist. Einem Ausschlag von 10—160 Teilstrichen entspricht die gesamte Kapazitätsänderung $\Delta = 0{,}09$ cm. Für gewöhnlich wird man zwischen 70 und 160 Strich arbeiten, dann ist $\Delta = 0{,}03$ cm, beträgt also im ungünstigsten Fall, wenn man gar keinen Zerstreuungskörper verwendet (Kapazität 2,3 cm) 1,3 Proz.

Wegen der zweiten Methode sei auf den folgenden Artikel verwiesen.

1) F. Harms, Ann. d. Phys. 10, 816, 1903.

1) J. Herweg, diese Zeitschr. 7, 663, 1907.

Valkenburg, Holland-L., Ignatius-Colleg, 15. März 1909.

(Eingegangen 19. März 1909.)

Über die Bestimmung kleiner Kapazitäten mittels des Fadenelektrometers.

Von Th. Wulf.

Beim Gebrauch des vom Verfasser konstruierten Fadenelektrometers kommt es häufig vor, daß man die Kapazität besonders mit aufgesetzten Zerstreuungskörpern (Ionenaspirator nach Ebert, Zerstreuungsapparat nach Elster und Geitel, durchdringende Strahlung, Ionisierung durch radioaktive Stoffe) bestimmen muß. Es gibt zwar jetzt mehrere Methoden, die auch eine exakte Bestimmung erlauben. Gleichwohl erlaube ich mir hier eine neue Methode anzugeben, weil sie außer dem Elektrometer mit Hilfskonduktor gar keine anderen Hilfsmittel erfordert und an den vollständig zusammengesetzten Instrumenten vorgenommen werden kann.

Die Methode ist eine Verallgemeinerung der

von Harms[1]) angegebenen. In der Tat ist ja das Elektrometer mit Fäden, Hilfskonduktor und Gehäuse ein vollständiger Harmsscher Kondensator, nur daß es zugleich eben Elektrometer ist. Die Methode ist besonders bequem zur Bestimmung kleiner Kapazitäten bis etwa 20 cm aufwärts. Sie stützt sich auf die Maxwellschen Gleichungen für die Ladung Q_1 eines Körpers c_1, der zugleich der influenzierenden Wirkung eines andern Körpers c_2 ausgesetzt ist. Ist c_{12} der Koeffizient der gegenseitigen Induktion, V_1 und V_2 die Potentiale, so ist:

$$Q_1 = c_1 V_1 + c_{12} V_2 .$$

Für die späteren Messungen hat man zuerst einmal für immer den Faktor c_{12} zu bestimmen. Es wird angenommen, daß die Kapazität des ganzen Instruments c_1 vom Fabrikanten angegeben ist. Werden die Fäden bei geerdetem Hilfskonduktor geladen, so ist diese Ladung $c_1 V_0$, wenn V_0 das (am Instrument abgelesene) Potential ist.

Diese Ladung wird nun auf den Fäden isoliert und zugleich der Hilfskonduktor zum Potential V_2 geladen (Akkumulatoren, Wasserbatterie usw.). Dadurch wird das Potential der Fäden verändert zu V_1 und es ist jetzt

$$c_1 V_0 = Q = c_1 V_1 + c_{12} V_2 ,$$

folglich

$$c_{12} = c_1 \frac{V_0 - V_1}{V_2} .$$

V_0, V_1, V_2 werden am Elektrometer selbst abgelesen; V_0 und V_2 direkt, V_1, das Potential der Fäden beim Hilfspotential V_2, ergibt sich aus der Ablesung V nach der Beziehung[2]) $V = V_1 - V_2$. Beispielsweise ergab sich bei einem Instrument mit der Gesamtkapazität 2,3 cm $c_1 : c_{12} = 1{,}927$, daher $c_{12} = 1{,}19$ cm.

Ist nun c_{12} bekannt, so wird dasselbe durch Aufstecken beliebiger Kapazitäten auf die Fäden nicht verändert. Sei dann c_1 die unbekannte Kapazität, so kann man diese in derselben Weise bestimmen, indem man obige Relation nach c_1 auflöst. Der allgemeine Fall hat zwei besonders einfache Spezialfälle.

1. Der Fall $V_0 = 0$. Man isoliert die ungeladenen Fäden und legt dann das Hilfspotential V_2 an. Dadurch spreizen die Fäden. Aus der Ablesung V ergibt sich ihr Potential $V_1 = V_2 - V$. Dann ist $c_{12} = c_1 V_1 / V_2$. Das ist der kürzeste Weg zur Bestimmung von c_1.

2. Der Fall $V_1 = 0$, der von Harms verwendete Fall. Es folgt $c_{12} = c_1 V_0 / V_2$. Man legt V_2 an den Hilfskonduktor bei geerdeten Fäden. Werden die Fäden isoliert und der Hilfskonduktor geerdet, so liest man das Potential V_0 ab.

Der an sich sehr einfache Fall 2 hat den Nachteil, daß er bei einigermaßen großen Werten c_1 für das Potential V_0 leicht einen sehr geringen Ausschlag gibt an den Stellen geringer Empfindlichkeit. Der erste Fall ist von diesem Nachteil frei. Bei der großen Einfachheit und Sicherheit der Methode ist sie auch als Schülerübung gut zu verwenden, zumal an geeigneten Aufgaben aus der Elektrostatik kein Überfluß herrscht.

Das Verhältnis $c_1 : c_{12}$ ist mit dem Ausschlag ein wenig veränderlich. Da aber diese Veränderungen bei den verschiedenen Methoden verschieden einfließen, kann man dieselben durch Kombination mehrerer Beobachtungen bestimmen. Die einfachste Weise scheint diese zu sein.

Es soll beispielsweise die Kapazitätsänderung zwischen 75 und 150 Strich Ausschlag ermittelt werden. c_1 und c_{12} gelten für 75 Strich, für 150 Strich gehen sie über in $c_1 + \Delta$ und $c_{12} + \Delta$. Die Änderung ist für beide dieselbe, weil von c_1 nur der durch den Hilfskonduktor eingeschlossene Teil beweglich ist.

Man bestimmt zunächst nach Fall 1, indem man eine entsprechende Ladung in den Hilfskonduktor legt,

$$0 = c_1 V_1 + c_{12} V_2 , \qquad (1)$$

das Potential V_1. V_2 wird bestimmt, indem man die Fäden zur Erde ableitet. Dabei sei der Ausschlag etwa 150 Strich, daher die Ladung der Fäden $(c_{12} + \Delta) V_2$. Wird diese isoliert und dann V_2 geerdet, so sinkt (Fall 2) der Ausschlag auf etwa 75 Strich mit dem Potential V_3 und es ist jetzt

$$(c_{12} + \Delta) V_2 = c_1 V_3 . \qquad (2)$$

Aus (1) und (2) folgt

$$\Delta = c_1 \frac{V_3 - V_1}{V_2} .$$

Die äußersten Werte einer Reihe von 10 Bestimmungen wichen um 2 Proz. voneinander ab. Sie ergaben in guter Übereinstimmung mit der im vorigen Artikel beschriebenen (genaueren) Methode für 75 bis 150 Strich $\Delta = 0{,}03$. Eine andere Reihe gab von 55 bis 115 Strich $\Delta = 0{,}04$ cm.

Die Änderungen der Kapazität sind daher so klein, daß sie meist unter den Beobachtungsfehlern verschwinden. Man kann sich aber auch theoretisch davon frei machen. Wenn man nach Fall 1 beobachtet, findet man zuerst c_{12} richtig etwa für 100 Strich Ausschlag. Man braucht jetzt bei allen folgenden Bestimmungen nur V_2 so zu wählen, daß der Ausschlag wieder 100 Striche beträgt, dann ist das Resultat von der Kapazitätsänderung ganz unabhängig. Die Beobachtung nach Fall 1 ist auch beim Harmsschen Kondensator oft vorzuziehen.

Valkenburg, Holland-L., Ignatius-Colleg, 15. März 1909.

(Eingegangen 19. März 1909.)

1) F. Harms, diese Zeitschr. **5**, 47, 1904.
2) Vgl. Th. Wulf, diese Zeitschr. **8**, 528, 1907.

Bemerkungen zu der Arbeit des Herrn D. Gernez: „Untersuchungen über Tribolumineszenz" [1]).

Von Max Trautz.

Nachstehende Mitteilung bezieht sich nur auf solche Tribolumineszenzerscheinungen, die von Herrn D. Gernez und von mir untersucht worden sind.

I. Tribolumineszenz bei Arsentrioxyd.

Herr D. Gernez stellt fest, daß das Leuchten beim Auskristallisieren von Arsentrioxyd nicht an den Moment der Kristallbildung gebunden, sondern durch das Zerbrechen der an sich tribolumineszenten Kristalle verursacht ist; ferner, daß anfangs die geringste Berührung eines Kristalls, später nur stärkeres Drücken und Kratzen genügt, um Funken hervorzurufen. Diese Erfahrungen hebt er als neu hervor gegenüber den Untersuchungen von Rose, Bandrowski und Guinchant, die andere unzutreffende Erklärungen gegeben haben.

Alle diese Tatsachen sind schon enthalten in einer Abhandlung von M. Trautz und P. Schorigin vom Februar 1905: „Kristallolumineszenz und Tribolumineszenz" [2]). Wir haben zuerst die Kristallolumineszenz auf Tribolumineszenz zurückgeführt.

Herr D. Gernez zitiert nur andere Stücke dieser Abhandlung in der hier besprochenen Arbeit an anderer Stelle [3]). Er übergeht sie hier, obwohl er sie demnach kannte.

Neu und interessant ist seine Beobachtung, daß man Arsentrioxyd mit jahrelang sich erhaltender Tribolumineszenz darstellen kann, wenn man die Lösungen, umgeben mit Wärmeschutzmänteln, ganz langsam erkalten läßt. Doch findet er auch hier, daß ältere Kristalle nicht mehr so leicht erregt werden, wie frische.

Wir haben nie dauernd tribolumineszente Kristalle erhalten und das rührt offenbar daher, daß wir Wärmeschutzmäntel sorgfältig vermieden und eben die Konzentrationen von Salzsäure und Arsentrioxyd ausprobierten, bei denen die Kristalle sich von selbst am lebhaftesten in der Flüssigkeit bewegten, mit anderen Worten: bei denen die Kristallolumineszenz, d. h. die selbsttätig erregte Tribolumineszenz am stärksten war. Waren dann unsere Lösungen ganz abgekühlt (nach etwa 5 Stunden), so waren eben die meisten Kristalle schon bei ihrer eigenen Bewegung beschädigt und so künstlich von selbst „gealtert". Zum Teil allerdings war die Ursache des „Alters", d. h. des Inaktivseins nicht festzustellen.

Alles in allem erhellt hieraus, daß die von Herrn D. Gernez gefundene mehr permanente Tribolumineszenz (auch er findet, daß sie abnimmt) keineswegs in unlösbarem Widerspruch mit unseren Ergebnissen steht. Es kommt auf die Vorgeschichte der einzelnen Präparate an und man kann durchaus noch nicht mit Sicherheit den Satz aussprechen, der anscheinend implizite den Schlüssen des Herrn D. Gernez zugrunde liegt, von denen aus er seine und meine Ergebnisse betrachtet:

Nur wenig verletzte Kristalle eines bestimmten Stoffs triboluminescieren stets oder nie; Pulver von Kristallen ist unfähig zur Tribolumineszenz.

Dieser Satz ist eine Verallgemeinerung, die der Erfahrung widerspricht.

Vielmehr hängt die Tribolumineszenz außer vom Stoff noch von Faktoren ab, die mit der Herkunft und Entstehungsweise der Kristalle in einem noch nicht durchweg erkennbaren Zusammenhang stehen; manche Pulver von Kristallen (z. B. Salophen [1])) triboluminescieren noch sehr hell. Andererseits scheint aber doch ein Zusammenhang zu bestehen zwischen Integrität der Kristalle und Stärke der Tribolumineszenz, wenigstens wenn diese temporären Charakter hat; er läßt sich aber noch nicht genauer fassen.

II. Tribolumineszenz von Kaliumsulfat.

Herr D. Gernez berichtet, daß die Kristallolumineszenz von Kaliumnatriumsulfat $2K_2SO_4 \cdot Na_2SO_4$ auf Tribolumineszenz zurückzuführen und daß vorheriges Schmelzen des Gemisches überflüssig ist, ferner daß geschmolzenes oder nicht geschmolzenes Kaliumsulfat beim Auskristallisieren aus Wasser tribolumineszente Kristalle gibt. Diese Resultate haben M. Trautz und P. Schorigin schon im Februar 1905 [2]) publiziert und Herr D. Gernez hat diese Arbeit, worauf schon hingewiesen, gekannt, aber auch an dieser Stelle im Gegensatz zu den von ihm erwähnten früheren Arbeiten von Heinrich, Pickel, Schönwald, Giobert, Schiller, Herrmann, Berzelius und Wöhler, Pleischl, Sager, Rose und Bandrowski, die die Zurückführung auf Tribolumineszenz nicht enthalten, nicht zitiert.

III. Tribolumineszenz von Natriumfluorid.

Trautz und Schorigin berichteten in derselben Arbeit [3]), daß wäßrige Natriumfluorid-

1) Ann. de chim. et de phys. (8) **15**, 516—556, 1908.
2) Zeitschr. f. wiss. Phot. **8**, 80—90, 1905.
3) Ann. de chim. et de phys. (8) **15**, 537, Anm. 1.

1) F. Richarz, Ber. d. naturwiss. Ver. zu Greifswald, Februar 1899.
2) l. c.
3) l. c.

lösung beim Eindampfen Kristallolumineszenz und Triboluminescenz zeigt, welch letztere den Kristallen auch nach vierzigstündigem Erhitzen auf 95° erhalten bleibt. Herr D. Gernez zitiert auch hier unsere Abhandlung nicht, obwohl er ebenfalls beim Eindampfen von Natriumfluorid Kristalle von dauernder Triboluminescenz erhielt und darauf hinweist, daß Berzelius hier das Leuchten nicht habe reproduzieren können.

IV. Triboluminescenz von Strontiumnitrat.

Da ich meine Abhandlung „Studien über Chemilumineszenz“ [1]), für die die Experimente im Frühjahr 1905 beendet waren, in den ersten Wochen des Mai 1905 abschloß, so ist mir leider eine Abhandlung des Herrn D. Gernez [2]) zu spät zu Gesicht gekommen, in der er berichtet, daß er an Strontiumnitrat Triboluminescenz beobachtete. Ich hatte daran keine finden können. Er stellt nunmehr [3]) fest, daß das gewöhnliche Tetrahydrat — das auch ich benutzte — nicht triboluminesziert, wohl aber ein bisher noch nicht bekanntes Dihydrat. Er vermutet, daß ich das Tetrahydrat in Händen hatte. Es ist mir eine Befriedigung, dies bestätigen zu können. Damit fällt abermals eine scheinbare Diskrepanz zwischen unseren Ergebnissen.

V. Triboluminescenz anderer Metallsalze.

Auf S. 537 der Abhandlung des Herrn D. Gernez [3]) findet sich in der Anm. 1 die von mir schon mehrfach erwähnte Arbeit von M. Trautz und P. Schorigin [4]) zitiert, d. h. es werden nur die anorganischen Salze, bei denen wir Kristallolumineszenz und Triboluminescenz auffanden, als luminescent aufgeführt und Herr D. Gernez fährt dann fort:

„. . . Mais MM. Trautz et Schorigin, qui les avaient indiqués (Zeitschr. für wissensch. Photographie und Photochemie, t. III, 17 février 1905, p. 80) considéraient le phénomène comme le fait de la cristallisation et lui avaient donné le nom de Krystallolumineszenz.“

Abgesehen davon, daß der Name Kristallolumineszenz meines Wissens im Jahr 1888 von E. Wiedemann [5]) geprägt wurde, bedarf vor allem die Aufstellung, daß wir die Leuchterscheinungen als fait de la cristallisation betrachtet hätten, der Berichtigung.

Ich glaube sie am kürzesten zu geben durch die hierher gehörigen Sätze aus den allgemeinen Ergebnissen der Abhandlung von Trautz und Schorigin [1]):

„2. Alle Stoffe, bei deren Kristallisation wir Leuchten beobachtet haben, zeigen Triboluminescenz. Diese Tatsache ist um so merkwürdiger, als Triboluminescenz bei anorganischen Stoffen selten ist (Tschugaeff, Ber. 1901, II, 1820, zählt unter 110 anorganischen Stoffen nur 6 triboluminescente . . .).

3. Die Kristallolumineszenz verschiedener Stoffe unterscheidet sich nur nach Dauer und Funkenzahl, ist aber sonst ganz gleichartig und entspricht in ihrem Habitus völlig der beim Umschütteln usw. der Kristalle auftretenden Triboluminescenz.

4. Die Kristallolumineszenz ist desto intensiver, je stärker die Triboluminescenz der betreffenden Stoffe. . . .

Wahrscheinlich ist die Kristallolumineszenz also temporäre oder dauernde Triboluminescenz, die in der ersten Phase der Erscheinungen durch mechanische Bewegungen in der Flüssigkeit selbst, und zwar durch das Zusammenstoßen und Aufeinanderfallen wachsender Kristalle und durch das Zerreißen der Kristallrinden erzeugt wird. Hierdurch wird auch die empirisch gefundene Beziehung zwischen der größeren Häufigkeit der Funken und der maximalen Wachstumsgeschwindigkeit der Kristalle sowie der einigermaßen zufällige Charakter der Erscheinungen begreiflich. Nur wenn diese groß ist, werden die Bewegungen der Kristalle in der Flüssigkeit lebhaft sein.

. . . . . .

Die Untersuchung über die Triboluminescenz, permanente wie temporäre, die ja beide offenbar eng zusammenhängen und noch immer unerklärt sind, wird fortgesetzt.“

Dieser am 17. Februar 1905 zum Druck eingegangenen Schrift ließ ich noch im Frühjahr desselben Jahres in der ausführlichen Arbeit „Studien über Chemilumineszenz“, die leider erst im August desselben Jahres in der Zeitschr. f. phys. Chem. 53 [2]) erschien, in dem Abschnitt II, 9 (S. 31 und 32) die Worte folgen:

„Alle diese Tatsachen sprechen für die Richtigkeit einer Erklärung, die ich in einer, zusammen mit Herrn P. Schorigin abgefaßten Arbeit für die Kristallolumineszenz aufgestellt habe. Nach ihr rührt die Kristallolumineszenz nur her von einer Triboluminescenz (temporärer oder auch permanenter Art), die durch das Zusammenstoßen und Aufeinanderfallen, Sichaneinanderreiben wachsender Kristalle, ferner durch das Zerreißen von Kristallkrusten oder Zerspringen von Kristallen durch rasche Tempe-

1) Zeitschr. f. phys. Chem. **53**, 1 ff., 1905.
2) C. R. **140**, 1337, 1905.
3) Ann. de chim. et de phys., l. c.
4) Zeitschr. f. wiss. Phot. l. c.
5) Wied. Ann. **34**, 449, 1888; s. auch Nernst, Lehrbuch der theoret. Chemie, 5. Aufl., 1906, S. 196.

1) Zeitschr. f. wiss. Phot., l. c.
2) Zeitschr. f. phys. Chem., l. c.

raturänderung erregt wird und daher auch nur bei raschem Kristallwachstum oder rascher Abkühlung auftritt."

Daraus geht hervor, daß wir die Kristallolumineszenz eben nicht als fait de la cristallisation, sondern ganz, wie zwei Monate später Herr D. Gernez[1]) es tat, als Triboluminiszenzphänomen betrachtet haben.

Am 15. Mai 1905 veröffentlichte Herr D. Gernez[2]) ein Verzeichnis von 74 anorganischen Metallverbindungen und 26 Salzen von Metallen mit organischen Säuren, an denen allen er Triboluminiszenz gefunden hatte. Herr D. Gernez bezieht sich hierauf und auf die schon zitierten Abhandlungen vom 25. April und 8. Mai 1905, indem er schreibt:

„Plus de 3 mois après, le 29 août 1905, M. Max Trautz publia un Mémoire ayant pour titre: Études sur la chimiluminescence, dans lequel il résume en quelques mots les expériences que j'avais publiées le 25 avril et le 8 mai sur l'anhydride arsénieux et le sulfate de potassium. Mais il ne dit pas un mot de la longue liste des composés métalliques triboluminescents qui avait paru 8 jours après, le 15 mai. D'autre part, il donne dans son Mémoire la liste détaillée des corps sur lesquels ont porté ses observations, sans faire aucune mention des résultats que j'avais fait connaître avant lui. Or mes résultats sont loin d'être toujours d'accord avec ceux qu'il indique et, d'autre part, son Mémoire étant postérieur de 3 mois au mien, ils paraîtront à tout lecteur attentif infirmés par ceux qu'il donne."

Da ich meine Arbeit „Studien über Chemilumineszenz"[3]) in den ersten Maiwochen abschloß, so habe ich die Arbeit des Herrn D. Gernez vom 15. Mai nicht mehr aufnehmen können. Ich bedaure das lebhaft, vor allem deswegen, weil der Inhalt seiner Arbeit im höchsten Maß die Ausführlichkeit rechtfertigt, mit der ich in der von mir gegebenen Tabelle die von mir geprüften Präparate kennzeichnete.

Dem aufmerksamen Leser meiner Abhandlung muß beim Durchgehen der Tabelle vor allem dreierlei auffallen:

1. Daß Tschugaeff[4]), der gleichfalls viele Stoffe auf Triboluminiszenz untersucht hat, viel weniger anorganische Stoffe triboluminiszent fand, als ich.

2. Daß er andererseits Triboluminiszenz öfters an Stoffen wahrnahm, wo ich an meinen Präparaten derselben Stoffe keine sah. Hierfür vgl. u. a.: S. 55, Nr. 64: Mannit; S. 56, Nr. 85: Asparagin, Nr. 87: Traubensäure, Nr. 90: Saures Kaliumracemat; S. 58, Nr. 18: 1,3 Dinitrobenzol, Nr. 48: Methacetin; S. 59, Nr. 51: Symmetrischer Diphenylharnstoff, Nr. 74: Sulfanilsäure, Nr. 81: Phenacetin (nach Brugnatelli triboluminiszent), Nr. 90: Hydrochinon; S. 61, Nr. 126: Salizylsäure, Nr. 145: Phtalimid; S. 60, Nr. 114: Hippursäure (u. a. nach W. Arnold sehr triboluminiszent; hier fand ich weder an alten bis zu 1 cm großen, noch an ganz frischen, bis 2 cm langen Kristallen irgend Triboluminiszenz) u. a. m.

3. Daß ich selbst öfters an einem Präparat eines Stoffs Triboluminiszenz beobachtete, an einem anderen Präparat, eventuell sogar aus derselben Lösung kristallisiert, nicht. Vgl. S. 46, Nr. 40 und 41: Kaliumbromid und Kaliumjodid; S. 47, Nr. 56: Kaliumnitrat, Nr. 62: Natriumchlorid; S. 55, Nr. 35: Natriumacetat, Nr. 66: Glykokoll.

Diese drei Gruppen scheinbarer Widersprüche hätten noch einen wertvollen Beitrag erhalten, hätte ich Herrn D. Gernezs Tabelle noch rechtzeitig zu Gesicht bekommen. Denn Gruppe 2 wäre dadurch noch erheblich vergrößert und das Gewicht der Tatsachen dadurch vermehrt worden.

Ich habe mich in meiner Abhandlung damit begnügt, die Diskrepanzen zu registrieren und auf die Mitwirkung von event. temporärer Triboluminiszenz als einer der möglichen Erklärungen hingedeutet[1]).

Herr D. Gernez ist weiter gegangen und hat für die Diskrepanzen zwischen seinen und meinen Ergebnissen[2]) Erklärungen im einzelnen zu geben versucht.

Eine große Gruppe davon ist dadurch charakterisiert, daß ich, dem es nicht sowohl auf die Art der Stoffe, sondern eher noch auf Variation der individuellen Beschaffenheit der Kristalle (alt — frisch, groß — klein, unversehrt — zerbrochen usw.) ankam, nur kleine Kristalle oder Pulver verwendet hatte. Daß auch diese triboluminiszieren können, zeigt das Salophen, an dem Richarz[3]) die Erscheinung aufgefunden hat. Es ist also unrichtig, wenn Herr D. Gernez allgemein schreibt (S. 545): „Il est bien connu, que les fragments de corps triboluminescents ne donnent plus de lumière perceptible lorsqu'ils sont très petits."

Im großen und ganzen allerdings ist die Bemerkung zutreffend und es ist in der Tat möglich, daß ich bei Züchtung größerer Kristalle in den betreffenden Fällen auch Triboluminiszenz erhalten hätte. Dies hätte jedoch den

1) C. R. **140**, 1134, 1234, 1905 (25. IV., 8. V.).
2) C. R. **140**, 1337, 1905.
3) Zeitschr. f. phys. Chem. l. c.
4) Ber. d. D. Chem. Ges. **34**, 1820—1825, 1901.

1) Zeitschr. f. phys. Chem. **53**, 67, 1905.
2) Ann. de chim. et de phys. (8) **16**, 539—547, 1908.
3) l. c.

Rahmen der ohnehin, wie auch Herr D. Gernez schreibt, umfänglichen Arbeit weit überschritten.

Diese Fälle sind nach der Tabelle des Herrn D. Gernez: 5. Borsäure, 9. Kaliumjodat, 10. Baryumjodid, 11. Mononatriumphosphat, 14. Ammoniumalaun, 15. Cäsiumalaun, 17. Rubidiumalaun, 18. Cerosulfat, 20. Lithiumsulfat, 22. Uranylsulfat, 23. Natriumkamphorat, 24. Chininsäure.

Ich habe, wie sich aus meiner Tabelle[1]) ergibt und wie das unter Berücksichtigung der unter 3. (S. 257 vorliegender Abhandlung) registrierten merkwürdigen Diskrepanzen begreiflich ist, stets nur meine individuell vorliegenden Präparate, nie aber allgemein die Stoffe als triboluminescent (oder nicht) bezeichnet.

Der Leser meiner Arbeit kann also in den Diskrepanzen keinesfalls sich gegenseitig entkräftende Tatsachen erblicken.

Eine zweite Gruppe (3. Merkuronitrat, 7. Chlornatrium, 14. Ammoniumalaun, 19. Kupfersulfat, 21. Nickelammoniumsulfat) hat Herr D. Gernez dadurch zu deuten versucht, daß er annahm, daß ich Kristallaggregate, aber keine einzelne, große, klare Kristalle benützt hätte. Nur bei 3. (Merkuronitrat) waren die Kristalle schlecht ausgebildet. In den anderen Fällen habe ich schöne Kristalle benützt.

Die dritte Gruppe führt Herr D. Gernez darauf zurück, daß ich keinen Glasmörser benützt hätte. Ich habe darüber, wie ich die Stoffe in jedem einzelnen Fall geprüft habe, ob nur zwischen Hornspateln zerdrückt, wobei man fremde Triboluminescenz am leichtesten vermeidet, oder ob vorher im Glasmörser geprüft, in meiner Arbeit keine Angaben gemacht. Herr D. Gernez teilt jedoch mit:

(2. Kadmiumnitrat) . . . „M. Trautz opérait sans utiliser le mortier."

(12. Natriumpyrophosphat) . . . „M. Trautz opérait sur des cristaux de 3 mm à 8 mm, qu'il audrait dû écraser au mortier pour observer le phénomène."

(16. Kalialaun; ich zerstieß im Minimum 5 mm große Kristalle) . . . „il est vraisemblable ou bien qu'ils n'étaient que des agrégats, ou s'ils étaient homogènes, qu'il ne les a pas brisés . . ." Meine Kristalle waren homogen und zerbrachen.

In der vierten Gruppe (13. Magnesiumplatincyanür und 25. Seignettesalz) vermag Herr D. Gernez nur die Diskrepanz festzustellen. Hier mag auch 6. Natriumbromid Erwähnung finden, das Herr D. Gernez als erstarrte Schmelze prüfte, wogegen ich 2—3 mm große feuchte Kristalle (Feuchtigkeit verhindert z. B. bei feinen Natriumnitritkristallen die Triboluminescenz nicht) untersuchte. Nach 3. (S. 257) ist das Resultat begreiflich.

1) Zeitschr. f. phys. Chem. **53**, 43—67, 1905.

Die fünfte Gruppe von den 25 Fällen, die Herr D. Gernez als mit den meinen im Widerspruch stehend aufführt, bildet in der Tat gar keinen Widerspruch.

Denn 4. Strontiumnitrat in der gewöhnlichen Hydratisierungsstufe, die auch ich benützte, fand Herr D. Gernez im Einklang damit nicht triboluminescent[1]) und das gleiche gilt vom Hydrat des Chlorstrontiums, das ich in 1—2 mm großen Kristallen anwandte. Er fand nur die wasserfreie Schmelze triboluminescent, die ich nicht geprüft habe. Hier liegt also gar keine Diskrepanz vor, ebenso wie im letzten Fall, beim Baryumnitrat (1).

Tschugaeff sah hier Triboluminescenz. Herr D. Gernez macht die Bemerkung: „M. Trautz le considère comme douteux"[2]). Ich habe Tschugaeffs Resultat nirgends bezweifelt. Vielmehr lautet der Vermerk in meiner Abhandlung[3]) S. 50, Nr. 156:

„Baryumnitrat, 3—10 mm Kristalle, alt, deutlich triboluminescent, nicht unter gesättigter Lösung." Also nur im letzteren Fall sah ich keine Triboluminescenz. Herr D. Gernez aber führt Baryumnitrat als ersten der Stoffe an „dont . . . la triboluminescence . . . M. Max Trautz a niée. . . ."[4]).

Während also eine kleine Anzahl unerklärlicher Diskrepanzen geblieben ist, glaube ich durch vorstehende Bemerkungen mehrere ganz beseitigt zu haben. Die anderen aber scheinen mir auf den S. 255 ausgesprochenen Satz zurückführbar. Sollte auch Herr D. Gernez seine Gültigkeit bezweifeln, so ist auch ihnen das Widersprechende genommen, sie werden dann als nur scheinbare Diskrepanzen das erhöhte Interesse des Forschers verdienen.

1) Ann. de chim. et de phys. (8) **15**, 534 ff., 1908.
2) l. c., S. 543.
3) Zeitschr. f. phys. Chem. **53**, l. c.
4) Ann. de chim. et de phys. (8) **15**, 539, 1908.

Physikalisch-chemisches Institut der Universität Freiburg i. B., 16. März 1909.

(Eingegangen 20. März 1909.)

Die vollständige Balmersche Serie im Spektrum des Natriums[1]).

Von R. W. Wood.

Die Wellenlänge der Linie, für welche $n = 6$ ist[2]), ist unrichtig angegeben; sie muß heißen: 2680,46 Å.-E. Ein sehr bemerkenswerter Umstand im Zusammenhange mit dem Absorptionsspektrum des Natriums ist der, daß eine starke

1) Bemerkung zu meiner Arbeit: diese Zeitschr. **10**, 88, 1909.
2) a. a. O., S. 89, Sp. 2, unten.

allgemeine Absorption am „Kopfe" oder der Grenze der Balmerschen Serie beginnt und das kontinuierliche Spektrum von diesem Punkte ab bis zum äußersten Ende des Ultravioletts hin abschneidet. Ich bin unter dem Eindruck, daß ein schwaches kontinuierliches Emissionsspektrum zu beobachten war, daß am „Kopfe" der Wasserstoffserie begann. Das würde dem oben geschilderten Phänomen entsprechen.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 5. März 1909.)

Über eine Methode zur Erforschung der Körper des Planetensystems, besonders auf Anwesenheit des Chlorophylls.

Von N. Umow.

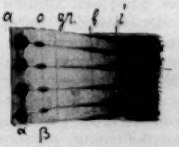
In meinem Aufsatze „Chromatische Depolarisation durch Lichtzerstreuung"[1]) habe ich gezeigt, daß ein Bündel polarisierter Strahlen, welches von einem Körper zerstreut wird, mehr oder weniger depolarisiert ist für diejenigen Strahlen, welche vom Körper durchgelassen werden; die größte Polarisation zeigen aber Strahlen, welche der Körper am meisten absorbiert. Wenn das einfallende Licht ein natürliches, nicht polarisiertes ist, beobachtet man entsprechende Erscheinungen: es werden in dem zerstreuten Strahlenbündel diejenigen Strahlen am stärksten polarisiert, welche auch am stärksten absorbiert werden. Es entsteht also die Möglichkeit aus der Analyse des Polarisationsgrades des vom Körper zerstreuten Lichtes, auf seine Beschaffenheit zu schließen, was für undurchsichtige Körper von Bedeutung ist.

Dieser Gedanke kann besonders zur Auffindung des Chlorophylls auf den Planeten dienen, da dieser Stoff bei solcher Analyse eine ausgeprägte Erscheinung darbietet. Diese und die Art der Beobachtung werde ich jetzt beschreiben. Als Unterschied von der früher auseinandergesetzten Methode der Beobachtung muß ich bemerken, da diese im natürlichen Lichte ausgeführt wird, daß man die Beobachtung eines auf den Körper projizierten Spektrums ausschließen muß, schon darum, weil das aus einem Prisma à vision directe austretende Licht schon polarisiert ist. Dieses Prisma soll daher erst als letztes Glied des optischen Systems, welches zur Beobachtung dient, vor dem Auge stehen.

Eine Papierscheibe (gehärtetes Filter Nr. 575 von Schleicher & Schüll), war auf den flachen Boden einer Abdampfschale gelegt und darüber ein konzentrierter Auszug vom Chlorophyll in Alkohol gegossen. Nachdem bei schwacher Erwärmung, während mehrerer Stunden, die Flüssigkeit abgedampft war, erhielt die trockene Scheibe eine matte und gleichförmige grüngraue Farbe. Es waren auf diese Weise mehrere aus Papier und Karton verschieden stark gefärbte Scheiben präpariert.

Nachdem eine von diesen Scheiben vertikal aufgestellt war, projizierte ich auf ihre Fläche den Faden einer Nernstschen Glühlampe. Das Bild des Fadens wurde mittels eines Polarisationspektroskopes beobachtet, welches aus folgenden optischen Teilen bestand: einem Objektiv, weiter einer Zylinderlinse, dann das Savartsche Polariskop mit einer Turmalinplatte, ein Prisma à vision directe (aus einem Taschenspektroskop) und endlich als Okular, ein kleines, schwaches Fernrohr in verkehrter Stellung. Das Bild des Nernstschen Fadens stand vom vorderen Objektiv des Polarisationspektroskops in der Entfernung seiner Hauptbrennweite (15 cm). Die Turmalinachse und die brechende Kante des Prismas standen vertikal; die Savartschen Streifen durchzogen das Spektrum in horizontaler Richtung, etwas weiter voneinander im Rot als im Violett. Die einfallenden Strahlen können mit der Normalen zu der Scheibe beliebige Winkel bilden. Je mehr die Richtung des Beobachtungsrohres von derjenigen der regelmäßigen Reflexion abweicht, desto mehr zeigt die Erscheinung die Natur des Körpers.

Das beobachtete Bild ist in der nachstehenden Figur in anderthalbfach vergrößertem Maßstabe dargestellt. Von *a* bis *o* haben wir den roten Teil des Spektrums, von *o* bis *gr* den orangen und gelben, weiter grün, blau, indigo. Die Savartschen Streifen verlaufen quer durch das Spektrum. Fast die Hälfte des roten Teiles, vom äußeren Rande an gezählt, hat das Aussehen eines breiten dunkleren Bandes. Dieses ist von kurzen, schwachen Savartschen Streifen durchzogen, welche schwarze, stark ausgeprägte runde Flecke *α*, von der Größe des Kopfes einer dicken Stecknadel, durchsetzen; sie entsprechen dem Streifen der stärksten Absorption des Chlorophylls. Weiter sind die Savartschen Streifen schwach und sind dunkler und erweitert an der Grenze vom Orange; diese Erweiterungen sind in der Figur mit *β* bezeichnet: das ist der zweite Absorptionsstreifen im Rot. Die Savartschen Streifen verblassen wiederum, und vom Grün an werden sie immer dunkler und breiter,



1) Diese Zeitschr. **6**, 674, 1905.

bis sie in der Dunkelheit des Indigos verschwinden. Die Erscheinung wird beobachtet an verschieden stark gefärbten Scheiben, am ausgezeichnetsten bei mäßig dunkler Färbung.

Dasselbe wird auf Blättern lebendiger Pflanzen beobachtet. Ich prüfte die Blätter von Camellia, Iris, Hyacinthus; die Flecken α stehen hier auf einem ununterbrochenen Absorptionsstreifen.

Die beschriebenen „Paternosterstreifen" werden bei Körpern mit auswählender Absorption beobachtet. Eine Menge kleiner Kristalle vom Didymnitrat wird mit Gummi auf einem Stück Karton befestigt und darüber einige Wassertropfen geschüttet; nach Auskristallisieren der Lösung bildet sich eine kontinuierliche Fläche. Im diffusen Lichte erscheint Rot fast unpolarisiert, anstelle Gelb ein starker Paternosterstreifen, im Grün schwache Polarisation, im Blau starke Verdickungen der Savartschen Streifen, welche bei geeigneter Stellung des Beobachtungsrohres sich in Paternosterstreifen auflösen. Außer Farbstoffen untersuchte ich verschiedene Gesteine. Die meisten von diesen letzteren zeigen entweder eine Abwesenheit der Polarisation im mittleren und eine schwache im äußeren Rot, oder eine Polarisation im ganzen Rot.

Wenn wir diese Methode der Beobachtung auf die Planeten anwenden, wobei das Bild des Nernstschen Fadens durch den Spalt des Spektroskops eines astronomischen Fernrohres ersetzt werden muß, finden wir vielleicht ein Mittel zur Entdeckung des Chlorophylls auf denselben. Die mit derselben Methode ausgeführte Untersuchung der Gesteine unserer Erde und die Erforschung der Oberfläche des Mondes von Punkt zu Punkt kann uns Winke über deren Beschaffenheit geben. Die Paternosterstreifen haben den Vorzug gegen gewöhnliche Absorptionsstreifen, daß sie diese verstärken und die Anwesenheit eines reflektierenden Körpers beweisen.

Da ich nicht die Mittel besitze, diese Beobachtungen in den Planetenraum zu übertragen, schlage ich den Astronomen vor, die vorgelegte Methode zu verfeinern und zu prüfen.

Moskau, Physikalisches Institut der Universität, März 1909.

(Eingegangen 10. März 1909.)

Selbsttätiger Unterbrecher und sprechende Funkenstrecke.

Von Chr. Ries.

In zwei früheren Mitteilungen[1]) habe ich auf eine Anordnung, die als selbsttätiger Unterbrecher wirken kann, aufmerksam gemacht. Dieselbe gleicht einem Trevelyaninstrument bzw. einem Hughesschen Mikrophon. Zwei runde Kohlenstäbchen, welche parallel zu einander liegen, sind mit einer Stromquelle verbunden. Legt man quer über die beiden Stäbchen ein drittes gleiches Stäbchen, so kann man bei entsprechender Stromstärke an den Kontaktstellen eine helle Leuchterscheinung und einen lauten Ton wahrnehmen. Schaltet man in den Stromkreis die primäre Spule eines Funkeninduktors ohne Unterbrecher, so erhält man zwischen den Elektroden der Sekundärspule Funken in rascher Aufeinanderfolge. Die Zahl der Unterbrechungen und der von der Funkenstrecke hervorgebrachte Ton variieren sehr mit der Lage des Stäbchens. Verschiebt man letzteres so weit, daß es fast mit der Mitte auf dem einen Stäbchen aufliegt, während es das andere nur mehr lose berührt, so ist der Ton bedeutend höher als bei jeder anderen Lage. Kurze Funken zwischen den Enden der Sekundärspule erhält man übrigens auch dann, wenn man den Strom direkt zwischen 2 Kohlenspitzen in geeigneter Stellung unter Leuchterscheinungen übergehen läßt und die primäre Spule in den Stromkreis einschaltet. Bringt man nun den aus den 3 Stäbchen bestehenden mikrophonartigen Unterbrecher und die Funkenstrecke in verschiedene Zimmer und erregt in der Nähe des auf einer Schallmembran befestigten Unterbrechers Schallbewegungen, so kann man entsprechende Geräusche an der Funkenstrecke vernehmen, während sie sonst einen gleichmäßigen Ton gibt. Leider bin ich nicht im Besitze der nötigen Einrichtung, um die Versuche unter günstigeren Bedingungen durchführen zu können; vielleicht wird von anderer Seite diese Aufgabe übernommen. Ich glaube aber aus meinen Versuchen schließen zu dürfen, daß gegen den selbsttätigen Unterbrecher gesprochene Worte bei entsprechender Anordnung von der Funkenstrecke wiedergegeben werden.

Uffenheim, 12. März 1909.

(Eingegangen 20. März 1909.)

1) Diese Zeitschr. **7**, 899, 1906; **8**, 668, 1907.

Anwendung einer verallgemeinerten Form des Gravitationsgesetzes auf molekulare Distanzen.

Von Johann Radakovits.

Wir gehen von der Formel (40), Ludwig Boltzmann, Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik I, aus:

$$d\vartheta = \frac{k\,dr}{r^2\sqrt{\frac{2}{m}\varphi(r) + h - \frac{k^2}{r^2}}}, \qquad (40)$$

wo

$$\int f(r)\,dr = \varphi(r) \tag{34}$$

ist; wir setzen

$$\text{A.} \qquad f(r) = -\frac{\lambda m}{r^2 - r_0^2};$$

für die Normaldistanz $r = r_0$ ist $f(r)$ unendlich, für $r > r_0$ ist $f(r) < 0$ (Anziehung) und für $r < r_0$ ist $f(r) > 0$ (Abstoßung).

Nur den letzten Fall $r < r_0$ wollen wir betrachten.

$$\text{B.} \quad \varphi(r) = \int f(r)\,dr = \frac{\lambda m}{2 r_0}\left[\int \frac{dr}{r + r_0} - \int \frac{dr}{r - r_0}\right] =$$

$$= \frac{\lambda m}{2 r_0}\left[l\,\frac{1 + \frac{r}{r_0}}{1 - \frac{r}{r_0}} - (2n+1)\,\pi\, i\right]$$

für $n = 0, 1, 2, \ldots\ldots \infty, \; -1, -2, \ldots\ldots -\infty$.

$$d\vartheta = \frac{k\,dr}{\sqrt{r^4\left\{\frac{\lambda}{r_0}\left[l\,\frac{1 + \frac{r}{r_0}}{1 - \frac{r}{r_0}} - (2n+1)\,\pi\, i\right] + h\right\} - k^2 r^2}}; \tag{40'}$$

$r^4\{\ldots\ldots\}$ können wir gegen $k^2 r^2$ vernachlässigen und erhalten:

$$\left.\begin{aligned} r &= r_0\, e^{i(\vartheta - \vartheta_0)} \\ \text{oder} \qquad r &= r_0\,[\cos(\vartheta - \vartheta_0) + i \sin(\vartheta - \vartheta_0)] \end{aligned}\right\} \tag{42'}$$

(für $r = r_0$ ist $\vartheta = \vartheta_0$); wir haben eine schwingende Bewegung.

Leoben, 2. Februar 1909.

(Eingegangen 4. Februar 1909.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 80. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU KÖLN.

Clemens Schaefer (Breslau), Über die Beugung elektromagnetischer Wellen an isolierenden zylindrischen Hindernissen[1]).

§ 1.

Beugungsprobleme sind bisher fast ausschließlich auf Grund des Huygensschen Prinzips in der Kirchhoffschen Formulierung behandelt worden. Aber obwohl dieser Satz an sich völlig streng ist, so kann er doch nur in einem einzigen Falle wirklich streng angewandt werden, nämlich dann, wenn das Licht sich ungestört ausbreitet — und in diesem Falle bedarf man des Theorems nicht. Dies liegt daran, daß zu exakten Anwendungen dieses Satzes die Kenntnis von Größen gefordert wird, die erst angegeben werden können, wenn man die fertige Lösung bereits besitzt. Man ist also gezwungen, eine Reihe von — näherungsweise nach Ausweis der Erfahrung richtigen — Annahmen zu machen, die voraussichtlich das Resultat nicht stark beeinflussen können. So nimmt man z. B. hinter einem beugenden Schirme den Lichtvektor von vornherein gleich Null an, so setzt man ferner dafür in der Öffnung eines Beugungsschirmes den Wert, der ihm bei ungestörter Ausbreitung zukommen würde. Erstere Annahme ist nahezu erfüllt, wenn das Schirmmaterial vollkommen undurchlässig ist; die zweite Voraussetzung kann als nahezu richtig anerkannt werden, wenn die Dimensionen der beugenden Öffnung groß gegen die Wellenlängen sind. Zur ferneren Vereinfachung der Formeln beschränkt man sich auch auf kleine Beugungswinkel und nimmt die Beugungsschirme als vollkommen schwarz an.

Es muß als eine erstaunliche Leistung der Kirchhoffschen Theorie betrachtet werden, daß trotz der vom mathematischen Standpunkt aus ziemlich einschneidenden Einschränkungen im ganzen die Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment vortrefflich genannt werden kann. Nur fallen naturgemäß alle diejenigen Erscheinungen aus dem Rahmen der Theorie heraus, in denen ein Materialeinfluß der Beugungsschirme beobachtet[1]) worden ist. Denn da alle Stoffe von vornherein als schwarz betrachtet werden, können sie sich optisch in nichts mehr unterscheiden.

Die nämliche Bemerkung trifft auch die Untersuchung von Sommerfeld[2]) und die daran sich anschließende von Schwarzschild[3]); in diesen — im übrigen völlig strengen — Arbeiten wird durch Annahme unendlich großer Leitfähigkeit, d. h. vollkommenen Reflexionsvermögens der Schirme, jeder Materialeinfluß a limine von der Theorie ausgeschlossen.

Im Gegensatze dazu haben sich die folgenden Probleme ohne die vereinfachende Annahme unendlich großer Leitfähigkeit streng behandeln lassen: Ebene polarisierte Wellen

1) Die §§ 1—7 sind identisch mit einer inzwischen in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie erschienenen Abhandlung (Mitteilung vom 21. Januar 1909).

1) Vgl. insbesondere: Du Bois u. Rubens, Wied. Ann. **49**, 593, 1893.

2) Sommerfeld, Math. Theorie d. Diffraktion, Math. Ann. **47**, 317, 1895.

3) Schwarzschild, Math. Ann. **55**, 177, 1902.

fallen auf eine leitende Kugel [G. Mie[1]] oder auf einen leitenden Zylinder [v. Ignatowsky[2]), Seitz[3])]. Die Lösung ergibt sich hier in Form unendlicher Reihen, die nur dann ausgewertet werden können, wenn das Verhältnis $\frac{\varrho}{\lambda}$ (ϱ = Kugel- oder Zylinderradius, λ = Wellenlänge) klein, höchstens etwa $= \frac{1}{5}$, ist. In diesem letzteren Umstande ist es begründet, daß bei experimentellen Untersuchungen dieser Fälle der zwar vorhandene Materialeinfluß, d. h. die Wirkung der endlichen, von Stoff zu Stoff verschiedenen Leitfähigkeiten, doch kaum nachgewiesen werden kann. Nehmen wir — was experimentell schon sehr schwierig wäre — an, daß man die Versuche mit Wellenlängen von 20 μ (etwa den Reststrahlen des Flußspates) machen könnte, so dürften die Drähte einen Radius von 5 μ keinesfalls überschreiten, damit die Rechnung durchgeführt werden kann. So dünne Drähte lassen sich bisher nur aus Platin herstellen, für andere Materialien ist die untere Grenze mit etwa 10 μ anzusetzen. Dieser Umstand zwingt also dazu, die experimentelle Untersuchung in das Gebiet noch größerer, nämlich der elektrischen Wellen zu verlegen; dann ist aber der Materialeinfluß praktisch kaum nachweisbar, da die Verhältnisse bei diesen großen Wellenlängen sich dem Fall unendlich großer Leitfähigkeit asymptotisch annähern. Wollte man bei einer Wellenlänge von etwa 20 cm noch einen Materialeinfluß konstatieren, so müßte man schon zu einer Drahtdicke von höchstens 20 μ herabgehen; dann aber ist infolge des kleinen Wertes von $\frac{\varrho}{\lambda}$ die hervorgebrachte Störung so klein, daß sie kaum nachweisbar ist. Man könnte allerdings zu dem Auskunftsmittel greifen, die Drähte in Gitterform zu bringen — so ist der Versuch mit Erfolg von mir und Laugwitz[4]) ausgeführt worden —, aber dieser Fall hat einer exakten theoretischen Behandlung bisher widerstanden[5]).

Unter diesen Umständen scheint es mir von Interesse zu sein, darauf hinzuweisen, daß sich mit denselben mathematischen Hilfsmitteln noch ein anderer Fall exakt behandeln läßt, der gleichzeitig gestattet, den Materialeinfluß auch im Gebiet der elektrischen Wellen mit Sicherheit zu erkennen. Es ist dies der Fall, den man erhält, wenn man in dem von Ignatowsky behandelten Problem den Metallzylinder durch einen isolierenden, d. h. dielektrischen, ersetzt. Wie sich weiter unten zeigen wird, ist auch gerade dieses Problem durch eine solche Reichhaltigkeit der Erscheinungen im Detail ausgezeichnet, wie sie keinem der anderen Fälle zukommt. Nachdem ich daher die theoretische Behandlung im großen erledigt hatte, habe ich Herrn stud. Felix Großmann veranlaßt, diesen Fall experimentell zu realisieren; die Ergebnisse dieser Untersuchung, der ich für manches Detail der Theorie die Anregung verdanke, werde ich zum Schluß kurz berühren.

§ 2.

Es möge die Achse des dielektrischen Zylinders, dessen Radius ϱ sei, mit der z-Achse zusammenfallen, deren positive Richtung in Fig. 1 nach vorn aus der Zeichenebene herausweist; die positive x-Achse zeigt nach rechts, die positive y-Achse nach oben.

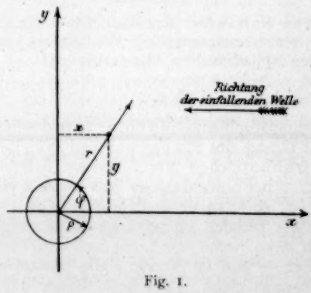


Fig. 1.

Parallel der x-Achse, und zwar in Richtung der abnehmenden x (Pfeilrichtung in Fig. 1), falle ein ebener polarisierter Wellenzug ein; die elektrische Kraft sei parallel zur z-Achse orientiert. Dieser Fall ist experimentell interessanter als derjenige, wo die elektrische Kraft senkrecht zur z-Achse liegt; ich will mich daher hier auf die Behandlung des ersteren Falles beschränken und mir die Behandlung des letzteren für eine andere Gelegenheit vorbehalten.

Wir transformieren die Maxwellschen Gleichungen zunächst auf Zylinderkoordinaten r, φ, z, die mit den kartesischen folgendermaßen zusammenhängen:

$$x = r\cos\varphi, \quad y = r\sin\varphi, \quad z = z.$$

Berücksichtigt man außerdem, daß nach den Bedingungen des Problems die elektrischen Komponenten $\mathfrak{E}_r$ und $\mathfrak{E}_\varphi$ nicht auftreten können, sowie daß alle Feldgrößen von z unabhängig sein müssen, da der Zylinder als unendlich

1) G. Mie, Ann. d. Phys. **25**, 377, 1908.
2) v. Ignatowsky, Ann. d. Phys. **18**, 495, 1905.
3) Seitz, Ann. d. Phys. **16**, 746, 1905; **19**, 554, 1906
4) Cl. Schaefer u. M. Laugwitz, Ann. d. Phys. **23**, 951, 1907.
5) Inzwischen ist es fast gleichzeitig B. Sieger (Ann. d. Phys. **27**, 626, 1908) und K. Aichi (Proc. Tokyo Mathem.-Physical Soc. (2) **4**, 966, 1908) gelungen, die Beugung an einem elliptischen Zylinder unendlich guter Leitfähigkeit zu berechnen. Hier gilt also dasselbe, was oben von der Sommerfeldschen Arbeit gesagt wurde.

lang vorausgesetzt wird, so erhalten wir in der üblichen Bezeichnungsweise die Maxwellschen Gleichungen in folgender Gestalt:

$$\left.\begin{aligned} \text{a)}\ & \frac{\varepsilon}{c}\frac{\partial \mathfrak{E}_z}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\mathfrak{H}_\varphi) - \frac{1}{r}\frac{\partial \mathfrak{H}_r}{\partial \varphi}, \\ \text{b)}\ & \frac{\mu}{c}\frac{\partial \mathfrak{H}_r}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial \mathfrak{E}_z}{\partial \varphi}, \\ \text{c)}\ & \frac{\mu}{c}\frac{\partial \mathfrak{H}_\varphi}{\partial t} = \frac{\partial \mathfrak{E}_z}{\partial r}. \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Dazu treten noch die Grenzbedingungen der Maxwellschen Theorie, daß die tangentiellen Komponenten der elektrischen und magnetischen Kraft beim Übergang von einem Medium zum andern, d. h. an der Oberfläche des Zylinders, stetig bleiben müssen. Bezeichnen wir die auf den Außenraum bezüglichen Größen durch den Index 1, die dem Innenraum entsprechenden mit 2, so folgt demgemäß:

$$\left.\begin{aligned} \text{a)}\ & (\mathfrak{E}_z)_1 = (\mathfrak{E}_z)_2, \\ \text{b)}\ & (\mathfrak{H}_\varphi)_1 = (\mathfrak{H}_\varphi)_2. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Statt letzterer Gleichung hat man auch, wie Differentiation nach t und Benutzung von (1c) ergibt:

$$\frac{1}{\mu_1}\left(\frac{\partial \mathfrak{E}_z}{\partial r}\right)_1 = \frac{1}{\mu_2}\left(\frac{\partial \mathfrak{E}_z}{\partial r}\right)_2. \quad (2c)$$

Dazu tritt noch eine Bedingung hinzu, die aussagt, daß in unendlicher Entfernung vom Zylinder ($r = \infty$) die durch denselben hervorgebrachte Störung unmerklich geworden ist, d. h. daß wir in unendlich großer Entfernung wieder eine ebene Welle haben. Das ergibt im Zusammenhang mit den Bedingungen der Aufgabe die Gleichung:

$$(\mathfrak{E}_z)_{r=\infty} = e^{\frac{2\pi i}{\lambda}(ct+s)} = e^{\frac{2\pi i}{\lambda}(ct + r\cos\varphi)}. \quad (2d)$$

Aus Gleichung (1) erhält man in der bekannten Weise die folgende für $\mathfrak{E}$ (wie wir jetzt statt $\mathfrak{E}_z$ schreiben wollen):

$$\frac{\varepsilon\mu}{c^2}\frac{\partial^2 \mathfrak{E}}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 \mathfrak{E}}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial r} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 \mathfrak{E}}{\partial \varphi^2}. \quad (3)$$

Um zu einer Integration von (3) zu gelangen, setzen wir, unter Berücksichtigung des Umstandes, daß wir rein periodische Vorgänge betrachten,

$$\mathfrak{E} = e^{int}\sum_0^\infty Q_m \cdot \cos m\varphi, \quad (4)$$

wo Q_m eine Funktion von r allein bedeutet. Setzt man (4) in (3) ein, so folgt für Q_m die gewöhnliche Differentialgleichung:

$$\frac{d^2 Q_m}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{dQ_m}{dr} + \left(k^2 - \frac{m^2}{r^2}\right)Q_m = 0, \quad (5)$$

wo k^2 eine Abkürzung von der Bedeutung $\frac{\varepsilon\mu n^2}{c^2} = \frac{4\pi^2\varepsilon\mu}{\lambda^2}$ ist.

Nehmen wir als Außenraum das Vakuum, für den Innenraum ein nicht magnetisierbares Medium mit der Dielektrizitätskonstante ε, so folgt für den Außenraum:

$$k_1^2 = \frac{4\pi^2}{\lambda^2} = \frac{n^2}{c^2},$$

für den Innenraum:

$$k_2^2 = \frac{4\pi^2\varepsilon}{\lambda^2} = \frac{n^2\varepsilon}{c^2}.$$

Gleichung (5) ist die Besselsche Differentialgleichung, deren Integrale die Besselschen Funktionen erster und zweiter Art vom Argument kr sind, die wir mit $\mathfrak{J}_m(kr)$ und $Q_m(kr)$ bezeichnen. Statt Q_m wollen wir eine Funktion K_m einführen, für die Tabellen vorliegen; ihr Zusammenhang ist durch die Gleichung gegeben:

$$Q_m = K_m - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m.$$

Unter $\mathfrak{J}_m$ und K_m verstehen wir folgende Reihen:

$$\mathfrak{J}_m(x) = \frac{x^m}{2\cdot 4\cdots 2m}\left\{1 - \frac{x^2}{2(2m+2)} + \frac{x^4}{2\cdot 4(2m+2)(2m+4)} + \cdots\right\}$$

$$K_m(x)^1) = \mathfrak{J}_m(x)\log\frac{2}{\gamma x} + \left(1 + \frac{1}{2} + \cdots\frac{1}{m}\right)\mathfrak{J}_m(x) + \frac{m!}{2}\sum_0^{m-1}\frac{1}{m-s}\left(\frac{2}{x}\right)^{m-s}\cdot\frac{\mathfrak{J}_s(x)}{s!} + \sum_0^\infty(-1)^s\frac{m+2s}{s(m+s)}\mathfrak{J}_{m+2s}(x).$$

Sind $\mathfrak{J}_0$, $\mathfrak{J}_0'$, K_0, K_0' (wofür Tabellen vorliegen) bekannt, so können beliebig hohe Ordnungen durch bekannte Rekursionsformeln berechnet werden[2]). Für sehr große Werte des Arguments (mit beträchtlicher Annäherung schon für $x = 5$) gelten die symptotischen Darstellungen:

$$\mathfrak{J}_m(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi x}}\cos\left\{\frac{2m+1}{4}\pi - x\right\}, \quad (6)$$

$$\left.\begin{aligned} Q_m(x) &= K_m(x) - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m(x) \\ &= -i^{m+1}\sqrt{\frac{\pi}{2x}}e^{i\left(\frac{\pi}{4} - x\right)} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Speziell folgt aus (7):

$$Q_m(x) = i^m Q_0(x). \quad (7a)$$

Das allgemeine Integral von (5) erhält man daher in der Form:

$$b_m\mathfrak{J}_m(kr) + a_m\left\{K_m(kr) - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m(kr)\right\}. \quad (8)$$

Bezeichnen wir die Werte $k_1 r$ durch ρ_1 (Außenraum), $k_2 r$ mit ρ_2 (Innenraum), so folgt aus (6) und (4) für den Außenraum:

1) $\operatorname{Log}\gamma = 0{,}5772$, die sogenannte Mascheronische Konstante.

2) Vgl. z. B. Gray und Matthews, Treatise on Bessel functions, S. 13, Gleichungen (16) bis (20).

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_1 = e^{int}\sum_0^\infty \Big[& b_m \mathfrak{J}_m(\rho_1) \\ & + a_m \Big\{ K_m(\rho_1) - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m(\rho_1)\Big\}\Big]\cos m\varphi,\end{aligned}\right\} \quad (9a)$$

für den Innenraum:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_2 = e^{int}\sum_0^\infty \Big[& b_m' \mathfrak{J}_m(\rho_2) \\ & + a_m' \Big\{ K_m(\rho_2) - i\frac{\pi}{2}\mathfrak{J}_m(\rho_2)\Big\}\Big]\cos m\varphi.\end{aligned}\right\} \quad (9b)$$

Die Koeffizienten a_m und b_m sind durch die Grenzbedingungen (2a, 2c, 2d) bestimmbar. Man erhält durch einfache Rechnungen: $b_0 = 1$; $b_m = 2i^m$; ferner alle $a_m' = 0$; endlich erhält man für die für uns wichtigsten Koeffizienten a_m folgende Gleichung:

$$\frac{2i^m}{a_m} = \frac{\frac{k_1}{k_2}K_m'(\pi_1) - \frac{\mathfrak{J}_m'(\pi_2)}{\mathfrak{J}_m(\pi_2)}K_m(\pi_1)}{\mathfrak{J}_m(\pi_1)\frac{\mathfrak{J}_m'(\pi_2)}{\mathfrak{J}_m(\pi_2)} - \frac{k_1}{k_2}\mathfrak{J}_m'(\pi_1)} + \frac{i\pi}{2}; \quad (10)$$

π_1 und π_2 sind die Werte von ρ_1 und ρ_2 für $r = \varrho$. Für $m = 0$ ist der Faktor 2 auf der linken Seite zu streichen. Eine ähnliche Gleichung erhält man auch für die Koeffizienten b_m, die uns im folgenden jedoch nicht interessieren. Wir erhalten also endgültig:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_1 &= e^{int}\Big[\sum_0^\infty a_m\Big\{K_m(\rho_1) - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m(\rho_1)\Big\}\cos m\varphi \\ &\qquad + \mathfrak{J}_0(\rho_1) + \sum_1^\infty 2i^m \mathfrak{J}_m(\rho_1)\cos m\varphi\Big] \\ &= e^{int}\Big[\sum_0^\infty a_m\Big\{K_m(\rho_1) - \frac{i\pi}{2}\mathfrak{J}_m(\rho_1)\Big\}\cos m\varphi \\ &\qquad + e^{i\rho_1\cos\varphi}\Big]\ ^1).\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Diese Reihen sind im Falle, daß $\frac{\varrho}{\lambda}$ klein ist, gut konvergent, so daß man sich auf die ersten Glieder derselben beschränken darf; die komplexen Ausdrücke (11) sind natürlich so zu verstehen, daß die reellen Teile zu nehmen sind. Man kann demgemäß $\mathfrak{E}_1$ stets auf die Form bringen:

$$\mathfrak{E}_1 = A\cos nt + B\sin nt; \quad (12)$$

bei den Messungen, auf die ich weiter unten zurückkomme, wird nun stets der zeitliche Mittelwert von $\mathfrak{E}^2$, nämlich $\frac{1}{T}\int_0^T \mathfrak{E}^2 dt = \mathfrak{E}^2$ gemessen. Nach (12) ist dann einfach:

$$\mathfrak{E}^2 = \frac{A^2+B^2}{2}. \quad (12a)$$

Dies werden wir im folgenden benutzen.

§ 3.

Wir werfen noch einen Blick auf die Gleichung (10), die die Koeffizienten der Reihe (11) definiert. Man erkennt, daß die a_m nur abhängen von den Größen $\pi_1 = \frac{2\pi\varrho}{\lambda}$ und $\pi_2 = \frac{2\pi\varrho\sqrt{\varepsilon}}{\lambda}$, d. h. nur von der Größe der Dielektrizitätskonstante ε und dem Verhältnis von $\frac{\varrho}{\lambda}$, während ϱ und λ für sich nicht in (10) vorkommen. Halten wir daher das Material, aus dem der Zylinder besteht, fest, so ist die einzige Variable die Größe $\frac{\varrho}{\lambda}$. Darin ist für die ganze Erscheinung nun ein Ähnlichkeitssatz ausgesprochen: Die Koeffizienten a_m bleiben dieselben, wenn Zylinderradius und Wellenlänge im nämlichen Verhältnis geändert werden. Im folgenden werden wir die Konsequenzen dieses Satzes für die Erscheinungen hervorheben.

Zwei Fälle sind es nun namentlich, welche für eine experimentelle Untersuchung ganz besonders in Betracht kommen, nämlich die Untersuchung der Energieverhältnisse vor dem Zylinder ($\varphi = 0$) und hinter dem Zylinder ($\varphi = \pi$)[1]).

Bevor wir zur Untersuchung derselben übergehen, wollen wir erst den Gleichungen (11) eine für die Diskussion geeignetere Gestalt geben. Gehen wir nämlich mit dem Meßinstrument (das uns $\mathfrak{E}^2$ anzeigen soll) nicht allzu nahe an die Oberfläche des Zylinders heran, d. h. geben wir ρ_1 nicht allzu kleine Werte, so dürfen wir für die Besselschen Funktionen Q_m mit großer Annäherung die asymptotischen Darstellungen nach (7) und (7a) benutzen. Wir erhalten dann statt (11), wenn wir uns gleichzeitig auf die drei ersten Glieder beschränken, was hinreichende Kleinheit von $\frac{\varrho}{\lambda}$ zur Voraussetzung hat:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_1 = e^{int}\{&[a_0 + ia_1\cos\varphi - a_2\cos 2\varphi]Q_0(\rho_1)\} \\ &+ e^{i\rho_1\cos\varphi}\}.\end{aligned}\right\} \quad (13)$$

Setzen wir hierin noch:

$$a_m = \alpha_m + i\beta_m,$$

$$Q_0(\rho_1) = -i\sqrt{\frac{2\rho_1}{\pi}}\,e^{i\left(\frac{\pi}{4}-\rho_1\right)},$$

so folgt bei Beschränkung auf den reellen Teil:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_1 &= \cos[nt+\rho_1\cos\varphi] \\ &+\sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\{A_\varphi\sin(nt+\psi) + B_\varphi\cos(nt+\psi)\}\end{aligned}\right\} \quad (14)$$

wo zur Abkürzung gesetzt ist:

$$\left.\begin{aligned}A_\varphi &= \alpha_0 - \beta_1\cos\varphi - \alpha_2\cos 2\varphi, \\ B_\varphi &= \beta_0 - \alpha_1\cos\varphi - \beta_2\cos 2\varphi, \\ \psi &= \frac{\pi}{4} - \rho_1.\end{aligned}\right\} \quad (15)$$

Bringt man (14) auf die Form von (12), so folgt:

1) Vgl. dafür z. B. Gray und Matthews, S. 18, Gl. (39) ff.

1) In der im Druck befindlichen Dissertation des Herrn Großmann ist auch der Fall $\varphi = \pi/2$, der einige Besonderheiten zeigt, ausführlich diskutiert; ich unterdrücke das hier der Kürze halber.

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_1 = \cos nt\Big[\cos(\rho_1\cos\varphi) + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\,(A_\varphi \sin\psi + B_\varphi\cos\psi)\Big]\\ + \sin nt\Big[-\sin(\rho_1\cos\varphi) + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\,(A_\varphi\cos\psi - B_\varphi\sin\psi)\Big].\end{aligned}\right\} \quad (16)$$

§ 4.

Spezialisieren wir dies zunächst für den Fall $\varphi = 0$, d. h. für die Punkte der x-Achse vor dem Zylinder; wir erhalten nach (15) und (16) den Wert für $\mathfrak{E}_1$, indem wir dort $\cos\varphi = 1$ setzen; die entsprechenden Werte von A_φ und B_φ wollen wir mit A_0 und B_0 bezeichnen. So folgt:

$$\begin{aligned}\mathfrak{E}_{1\,\varphi=0} = \cos nt\Big[\cos\rho_1 + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\,(A_0\sin\psi + B_0\cos\psi)\Big]\\ + \sin nt\Big[-\sin\rho_1 + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\,(A_0\cos\psi - B_0\sin\psi)\Big].\end{aligned}$$

Nach (12a) erhalten wir für den der Messung zugänglichen Wert $\overline{\mathfrak{E}_1^2}$:

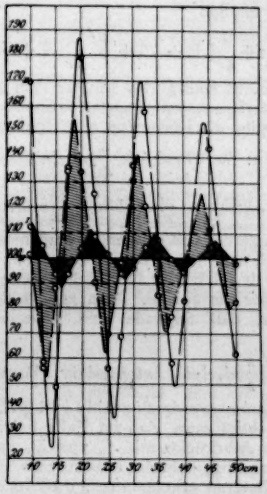
$$\left.\begin{aligned}\overline{\mathfrak{E}_1^2} = \frac{1}{2}\Big[1 + \frac{\pi}{2\rho_1}(A_0^2 + B_0^2)\\ + 2\sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\Big\{-A_0\sin\Big(2\rho_1 - \frac{\pi}{4}\Big) + B_0\cos\Big(2\rho_1 - \frac{\pi}{4}\Big)\Big\}\Big].\end{aligned}\right\} \quad (17)$$

Gleichung (17) besagt, daß sich vor dem Zylinder Interferenzstreifen ausbilden, deren Intensität mit wachsendem ρ_1, d. h. mit wachsender Entfernung von der Zylinderachse abnimmt. Es zeigt sich ferner, daß die Lage der Maxima und Minima von der Größe der Koeffizienten A_0 und B_0 abhängt. Diese hängen aber, wie aus (10) und (15) hervorgeht, nur von den Werten der Dielektrizitätskonstanten ε und vom Verhältnis $\frac{\varrho}{\lambda}$ ab. Wir erhalten demgemäß das Resultat: Die Interferenzstreifen verschieben sich sowohl, wenn bei konstantem ε sich das Verhältnis $\frac{\varrho}{\lambda}$ ändert, als auch wenn bei festgehaltenen Dimensionen ϱ und λ das Material des Zylinders variiert wird. Letzteres Ergebnis ist es namentlich, welches über die alte Behandlungsweise der Beugungserscheinungen hinausreicht. Eine ähnliche Bemerkung gilt für die Intensitäten der Interferenzstreifen; auch sie hängen von denselben Größen ab.

In der Fig. 2 gebe ich für einen bestimmten Fall, der realisiert werden kann (und worden ist), die berechneten Interferenzerscheinungen wieder; dabei ist angenommen:

$$\varepsilon = 81;\quad \lambda = 24\text{ cm};\quad \varrho_1 = 0{,}15\text{ cm};$$
$$\varrho_{II} = 0{,}34\text{ cm};\quad \varrho_{III} = 1{,}21\text{ cm}.$$

Man erkennt deutlich die Verschiebung und den Intensitätsunterschied. Für dieselben Werte $\frac{\varrho}{\lambda}$ sind auch unter Zugrundelegung des Wertes $\varepsilon = 25$ die Interferenzen berechnet worden; es zeigt sich, daß in diesen Beispielen die Verschiebung der Maxima und Minima gegen den Fall $\varepsilon = 81$



$\mathfrak{E}^2$ berechnet für $\lambda = 24$ cm, $\varphi = 0$, $\varepsilon = 81$ cm.
$\varrho_I = 0{,}15$ cm, $\varrho_{II} = 0{,}34$ cm, $\varrho_{III} = 1{,}21$ cm.
Fig. 2.

geringfügig im Vergleich zur Wellenlänge, etwa $= {}^1/_{100}\,\lambda$, ist. Dagegen ist in den Intensitätsverhältnissen der Interferenzen der Materialeinfluß leicht nachweisbar.

§ 5.

Wir gehen jetzt über zur Untersuchung des Zustandes hinter dem Zylinder, d. h. $\varphi = \pi$. Für diesen Fall liefert uns Gleichung (16):

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{E}_{\varphi=\pi}^{1} &= \cos nt\left[\cos\rho_1 + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}(A_n\sin\psi + B_n\cos\psi)\right]\\ &+ \sin nt\left[\sin\rho_1 + \sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}(A_n\cos\psi - B_n\sin\psi)\right];\end{aligned}\right\} \tag{18}$$

A_n und B_n sind die Werte, die man aus (15) erhält, wenn dort $\varphi = \pi$ gesetzt wird. Nach (12a) erhalten wir daraus

$$\mathfrak{E}_{\varphi=\pi}^{2} = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\pi}{2\rho_1}(A_n^2 + B_n^2) + 2\sqrt{\frac{\pi}{2\rho_1}}\{A_n\sin(\rho_1+\psi) + B_n\cos(\rho_1+\psi)\}\right]$$

oder, da nach (15) $\psi = \frac{\pi}{4} - \rho_1$ ist,

$$\mathfrak{E}_{\varphi=\pi}^{2} = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\pi}{2\rho_1}(A_n^2 + B_n^2) + \sqrt{\frac{\pi}{\rho_1}}(A_n + B_n)\right]. \tag{19}$$

Führt man darin noch den Wert $\frac{2\pi r}{\lambda}$ für ρ_1 ein, so folgt endlich

$$\mathfrak{E}_{\varphi=\pi}^{2} = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{\lambda}{4r}(A_n^2 + B_n^2) + \sqrt{\frac{\lambda}{2r}}(A_n + B_n)\right]. \tag{19a}$$

Man erkennt sofort, daß hinter dem Zylinder keine Interferenzstreifen zustande kommen; vielmehr ergibt die Diskussion von (19a) folgendes Verhalten: der Ausdruck $\frac{\lambda}{4}(A_n^2 + B_n^2)$ ist stets positiv, während die Größe $\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)$ dies keineswegs zu sein braucht. Man muß ferner beachten, daß (19a) ja nur für den Außenraum gilt, d. h. nur für solche Werte von r, die größer als ϱ sind. Man ersieht dann unmittelbar, daß folgende drei Fälle eintreten können:

I. $\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)$ ist positiv. Dann ist der ganze Klammerausdruck positiv und größer als 1. Berücksichtigt man, daß im Falle freier Strahlung die Ausdrücke mit A_n und B_n gar nicht vorhanden sind, d. h. der Klammerausdruck den Wert 1 hat, so erkennt man, daß in diesem Falle durch das Einbringen des Zylinders in den Strahlengang eine Verstärkung der Strahlung erzeugt wird, die mit wachsendem r sich der 0 nähert. Diese Vermehrung der Energie hinter dem Zylinder kommt durch eine eigentümliche Verteilung der Energie um den Zylinder herum zustande; was hinten zuviel ist, muß vorne und seitlich fehlen.

Diese Erscheinungsform nenne ich im folgenden den Typus (oder den Charakter) I.

II. $\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)$ ist negativ.

Wir schreiben nun (19a) in folgender Form:

$$\mathfrak{E}_{\varphi=\pi}^{2} = \frac{1}{2}\left[1 + \frac{1}{\sqrt{r}}\left\{\frac{\lambda}{4\sqrt{r}}(A_n^2 + B_n^2) + \sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)\right\}\right]. \tag{19b}$$

Es kann dann der Fall eintreten, daß der absolute Betrag des als negativ vorausgesetzten Ausdrucks $\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)$ so groß ist, daß bereits für $r = \varrho$ (d. h. den kleinsten Wert von r, für den die Gleichung überhaupt noch gilt) die Ungleichung erfüllt ist:

$$\frac{\lambda}{4\sqrt{r}}(A_n^2 + B_n^2) < \left|\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n + B_n)\right|.$$

Diese Ungleichung ist dann a fortiori für alle größeren Werte von r gültig, mit anderen Worten: die Summe

$$\frac{\lambda}{4r}(A_n^2 + B_n^2) + \sqrt{\frac{\lambda}{2r}}(A_n + B_n)$$

ist für den ganzen Außenraum negativ und nähert sich für wachsendes r asymptotisch der Null. Der Klammerausdruck in (19b) ist also stets kleiner als 1, was verglichen mit dem Wert für freie Strahlung ergibt: Hinter dem Zylinder entsteht jetzt eine Schwächung („Schatten"), die asymptotisch verschwindet.

Jedoch ist folgendes zu beachten: Während im Falle I die Verstärkung mit wachsendem r stets abnimmt, gilt dies für die hier auftretende Schwächung erst von einem bestimmten Wert von r an; denn im allgemeinen hat der Ausdruck

$$1 + \frac{\lambda}{4r}(A_n^2 + B_n^2) + \sqrt{\frac{\lambda}{2r}}(A_n + B_n)$$

ein Minimum, in welchem der „Schatten" am tiefsten ist. Von da aber nimmt die Schwächung mit wachsendem r ab. Die Lage des Minimums findet man leicht zu:

$$r_{\min} = \frac{\lambda}{2}\left(\frac{A_n^2 + B_n^2}{A_n + B_n}\right)^2. \tag{20}$$

Es kann auch der Fall eintreten, daß das so berechnete $r_{\min} < \varrho$ ist. Das bedeutet dann natürlich, daß im Außenraum gar kein Minimum auftritt, sondern die Schwächung ständig mit wachsendem r abnimmt[1]).

Zusammenfassend können wir also sagen,

1) Es ist jedoch zu beachten, daß für so kleine Werte von r die asymptotischen Darstellungen der Besselschen Funktionen nicht mehr anwendbar sind und daher die obige Betrachtung nicht mehr gilt; man muß in diesem Falle auf die allgemeinen Formeln des § 2 zurückgreifen.

daß der Typus II eine Schirmwirkung des Zylinders darstellt; alle Punkte der x-Achse hinter dem Zylinder erhalten eine kleinere Energie als im Falle freier Strahlung.

III. Wir knüpfen an (19b) an. $\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n+B_n)$ sei wieder negativ; doch sei für $r=\varrho$, d. h. für die Oberfläche des Zylinders

$$\frac{\lambda}{4\sqrt{\varrho}}(A_n^2+B_n^2)>\left|\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n+B_n)\right|.$$

Der auf der linken Seite stehende Ausdruck wird mit wachsendem r immer kleiner, es gibt also ein bestimmtes r_0, für welches die Ungleichung in eine Gleichung übergeht. Für alle $r>r_0$ gilt die Ungleichung dann im umgekehrten Sinne. Wir haben also:

1. für $r<r_0$ ist der Klammerausdruck (19b) größer als 1; das bedeutet also eine Verstärkung hinter dem Zylinder;
2. für $r=r_0$ ist der Klammerausdruck (19b) gleich 1; in diesem Punkte herrscht also die ursprüngliche Helligkeit;
3. für $r>r_0$ ist der Klammerausdruck (19b) kleiner als 1; hier tritt ein „Schatten" auf.

Den Punkt r_0 nenne ich den „Indifferenzpunkt". Seine Lage erhält man, indem man die Gleichung:

$$\frac{\lambda}{4\sqrt{r_0}}(A_n^2+B_n^2)+\sqrt{\frac{\lambda}{2}}(A_n+B_n)=0$$

nach r_0 auflöst; es folgt:

$$r_0=\frac{\lambda\,(A_n^2+B_n^2)^2}{8\,(A_n+B_n)^2}. \qquad (21)$$

Die Kurven vom Typus III stellen also die Verbindung her zwischen den Kurven vom Charakter I und II.

Man erkennt den Verlauf der Erscheinungen am besten aus der graphischen Darstellung Fig. 3.

Dort sind für eine Reihe von Werten ($\lambda=58$ cm, $\varepsilon=81$ cm) die Intensitätskurven hinter dem Zylinder gezeichnet, und zwar sind als Ordinaten die Werte von $\mathfrak{E}_1^2$ in Prozenten der freien Strahlung aufgetragen; als Abszissen die Werte von r, d. h. die Entfernungen hinter dem Zylinder. Man sieht, daß für $\varrho=0{,}15$ cm, 0,30 cm, 0,34 cm, 0,44 cm und 0,55 cm die Kurven den Typus I besitzen, und zwar steigt die Verstärkung in der angegebenen Reihenfolge; ebenso gehört auch $\varrho=0{,}70$ cm noch dem ersten Typus an, die betreffende Kurve liegt jedoch unterhalb derjenigen für 0,55 cm. Die Verstärkung geht also bei wachsendem ϱ durch ein Maximum hindurch.

Ein Beispiel des Typus III liefert $\varrho=0{,}72$ cm.

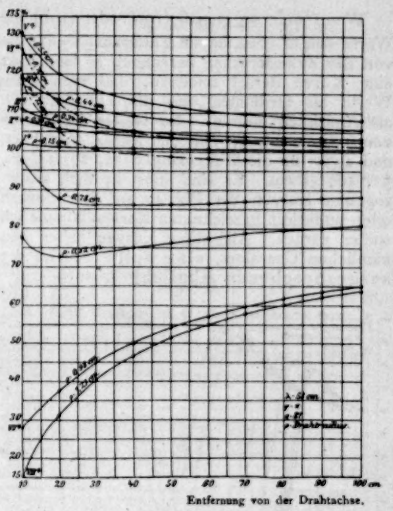


Fig. 3.

Das Minimum, von dem vorher die Rede war, ist hier so flach, daß es kaum wahrnehmbar ist.

Dem Typus II (Schattenwirkung) gehören alle übrigen Kurven der Figur an. Bei 0,75 cm und 0,82 cm ist das Minimum deutlich erkennbar; dasselbe verschiebt sich nach immer kleineren Werten von r und ist in den Kurven 0,98 und 1,21 cm gar nicht mehr sichtbar.

§ 6.

Aus den Darlegungen des vorhergehenden Paragraphen ist ersichtlich, daß die Schattenwirkung der Kurven vom II. Typus um so beträchtlicher ist, je größer bei konstanter Wellenlänge der Radius des Zylinders ist. Es liegt von vornherein nahe, anzunehmen, daß dies so weiter gehe. Ohne numerische Rechnung ist darüber jedoch nichts auszusagen, da die Koeffizienten a_m zu kompliziert gebaut sind, um ohne weiteres eine Diskussion zu gestatten. Man muß vielmehr für noch größere Werte von $\frac{\varrho}{\lambda}$ die Koeffizienten a_m in hinreichender Zahl berechnen und dann den Ausdruck (19a) oder (19b) bilden. Dann ergibt sich sofort, welchem Typus die zu diesem Werte von $\frac{\varrho}{\lambda}$ gehörige Kurve entspricht. Es genügt dann auch, um ein anschauliches Bild des Verlaufes der Erscheinung zu haben, daß man nur einen Punkt der Kurven kennt.

Wenn man so gemäß (19a) oder (19b) die Werte von $\mathfrak{E}_i^2$ etwa für die Entfernung $r = 10$ cm von der Zylinderachse berechnet, so kann man eine Kurve derart zeichnen, daß man diese Werte als Ordinaten und die Zylinderradien als Abszissen aufträgt. So ist für die Radien von 0,0 cm bis 1,5 cm die Fig. 4 berechnet, und zwar für die Wellenlängen 22, 23, 24, 30, 52, 56, 58 cm. Es sind dies die dick ausgezogenen Kurven der Fig. 4; auf die schwach oder punktiert gezeichneten Kurven komme ich später zurück. Alle diese Kurven haben den nämlichen Charakter, eine Folge des im § 3 ausgesprochenen Ähnlichkeitssatzes.

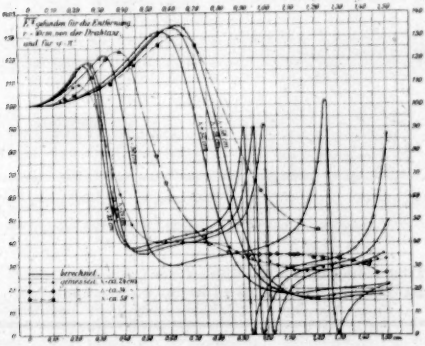


Fig. 4.

Sie zeigen für sehr kleine Werte von ϱ zunächst ein Ansteigen über die „freie" Intensität (Kurven vom I. oder III. Typus); diese Verstärkung passiert ein Maximum; für einen ganz bestimmten Wert von ϱ schneidet ferner jede Kurve die Linie der „freien" Intensität, nämlich die Ordinate 100 Prozent (Kurve vom Typus III). Bei noch größeren Werten von ϱ haben wir dann ein rapides Absinken unter diesen Ordinatenwert (Typus II oder III). Bei ganz bestimmten Stellen folgt dann weiterhin, jedoch nur für die kleinsten Wellenlängen in der Figur sichtbar, ein periodisches Auf- und Absteigen. Eine Tabelle, aus der der Typus der Kurven zu ersehen ist, unterdrücke ich an dieser Stelle, um Raum zu sparen.

Einer besonderen Bemerkung bedarf noch das periodische Auf- und Absteigen der Kurven in Fig. 4, von dem für die Wellenlänge 22 cm zwei Beispiele zu sehen sind; für die größeren Wellenlängen liegen die entsprechenden Stellen infolge des Ähnlichkeitssatzes bei größeren ϱ, die zum Teil nicht mehr gezeichnet sind. Die erste derartige „Periode" findet nach Ausweis der Figur ungefähr bei dem Werte $\varrho = 0{,}93$ cm, die zweite um den Wert $\varrho = 1{,}45$ cm herum statt. Berechnet man nun die Werte von π_2 für diesen Fall, so erhält man die beiden Zahlen:

$$\pi_2 = 2{,}405 \quad \text{bzw.} \quad \pi_2 = 3{,}835.$$

Von diesen Zahlen ist aber die erstere die erste Wurzel der Gleichung $\mathfrak{J}_0(\pi_2) = 0$, die zweite die erste Wurzel von $\mathfrak{J}_0'(\pi_2) = 0$; beide Größen, $\mathfrak{J}_0(\pi_2)$ und $\mathfrak{J}_0'(\pi_2)$, treten nach (10) in dem Koeffizienten a_0 auf und vermittelst der Rekursionsformeln für die Besselschen Funktionen auch in den höheren Koeffizienten. Wir sehen also, daß die „Periodizität" der Kurven der Fig. 4 zusammenhängt mit dem Verschwinden von $\mathfrak{J}_0(\pi_2)$ und $\mathfrak{J}_0'(\pi_2)$. Ob das Verschwinden von $K_0(\pi_1)$, $K_0'(\pi_1)$, $\mathfrak{J}_0(\pi_1)$, $\mathfrak{J}_0'(\pi_1)$ ähnliches zur Folge hat, ist mit Sicherheit ohne darauf abzielende numerische Berechnung nicht zu entscheiden, aber wohl wegen der Symmetrie der Formeln (10) wahrscheinlich [1]). Auch die Frage, wie viele Stellen derartigen Schwankens im ferneren Verlauf der Kurven auftreten, vermag ich nicht zu beantworten. Im Hinblick auf diese Zweifel würde es sich vielleicht verlohnen, die numerischen Rechnungen so weit auszudehnen, als es möglich ist. Man würde so vielleicht bis zu einem Werte von $\frac{\varrho}{\lambda} = \frac{1}{5}$ vordringen können.

Ich möchte übrigens nicht unterlassen, dankend hervorzuheben, daß Herr Großmann die numerischen Rechnungen auf meine Veranlassung ausgeführt hat.

§ 7.

Da die im vorhergehenden entwickelten Resultate in manchen Punkten von denen beim metallischen Zylinder abweichen und vor allem auch viel mannigfaltiger sind, wurde versucht, die der Rechnung zugrunde gelegten Verhältnisse experimentell zu realisieren. Da nur sehr kleine Werte von $\frac{\varrho}{\lambda}$ in Betracht kommen, war der gegebene Weg die Benutzung elektrischer Wellen.

Die Versuche sind von Herrn Großmann im Physikalischen Institut der Universität Breslau ausgeführt worden; einige Resultate seiner im Druck befindlichen Dissertation mögen hier angeführt werden. Elektrische Wellen von der Länge 24, 34, 58 cm wurden von einem verstellbaren Hertzschen Erreger geliefert und durch einen Parabolspiegel annähernd parallel gemacht. Der Vektor der elektrischen Kraft lag horizontal. In den Strahlengang wurde dann der dielektrische Zylinder parallel dem elektrischen Vektor eingeschaltet; als Dielektrikum wurde Wasser ($\varepsilon = 81$) verwendet, das in ganz

1) Für $\mathfrak{J}_0(\pi_1)$ vermag ich dies nunmehr mit Sicherheit zu behaupten; dasselbe muß auch für Metalle an dieser Stelle gelten (vgl. § 8).

dünne Glasröhren eingefüllt war. Letztere waren im leeren Zustande ohne nachweisbaren Einfluß. Vor oder hinter dem Zylinder, in derselben Horizontalebene wie die Achse desselben, befand sich der Empfänger, ein Klemenčičsches Thermoelement von variabler Länge, das auf die genannten Wellenlängen abgestimmt wurde.

Bevor ich nun zur Mitteilung der Resultate übergehe, möchte ich noch auf einen Punkt aufmerksam machen. Es besteht nämlich ein Unterschied in den Voraussetzungen der Theorie und den Bedingungen des Experiments insofern, als die elektrischen Wellen, die von einem Hertzschen Erreger ausgesandt werden, gedämpft sind, während in der Rechnung ungedämpfte Wellen vorausgesetzt sind. Diese Tatsache bringt es mit sich, daß gewisse Abweichungen zwischen dem experimentellen und dem theoretischen Befunde eintreten müssen, auf die ich noch im einzelnen hinweisen werde. Zweitens aber spielt auch das Meßinstrument selbst eine störende Rolle, indem an demselben auch Beugungs- und „Reflexions"-Erscheinungen auftreten müssen, die sich dem zu messenden Felde überlagern. Insbesondere gilt dies, wenn das Meßinstrument in unmittelbarer Nähe des Zylinders sich befindet; es scheint, als ob dann direkt „Koppelungen" aufträten, wie sie z. B. aus der drahtlosen Telegraphie bekannt sind. In diesen Fällen zeigen sich zum Teil sehr starke Abweichungen zwischen Theorie und Experiment.

In den folgenden Figuren ist ein Teil des experimentellen Materials des Herrn Großmann wiedergegeben; ich kann mich auf einige erläuternde Bemerkungen beschränken.

Fig. 5 stellt die Interferenzen vor dem Zylinder dar ($\lambda = 24$ cm; $\varrho_{\mathrm{I}} = 0{,}15$ cm; $\varrho_{\mathrm{II}} = 0{,}30$ cm; $\varrho_{\mathrm{III}} = 0{,}34$ cm; $\varrho_{\mathrm{IV}} = 1{,}21$ cm); für denselben Fall sind die theoretischen Kurven in Fig. 2 wiedergegeben. Man erkennt deutlich die von der Theorie geforderte Verschiebung der Maxima und Minima; auch deren absolute Werte fallen mit den berechneten sehr gut zusammen. Endlich ist auch eine Asymmetrie der Interferenzen bezüglich der Ordinate 100 Prozent erkennbar, wie dies aus Gleichung (17) in der Tat folgt. Qualitativ werden auch die Intensitätsunterschiede wiedergegeben; doch zeigt sich hier der Einfluß der Dämpfung insofern, als die „Sichtbarkeit" der beobachteten Interferenzen (im Michelsonschen Sinne) viel schlechter ist als bei den berechneten. Das analoge Phänomen aus der Optik ist bekannt.

Fig. 6 stellt für die Wellenlänge $\lambda = 24$ cm die Verhältnisse hinter dem Zylinder dar; man sieht, daß die Abweichungen von der Theorie gering sind. $\varrho = 0{,}15$ cm gehört dem Typus I an, $\varrho = 0{,}3$ dem Typus III, die übrigen Kurven dem Typus II.

Fig. 5a bis 5d.

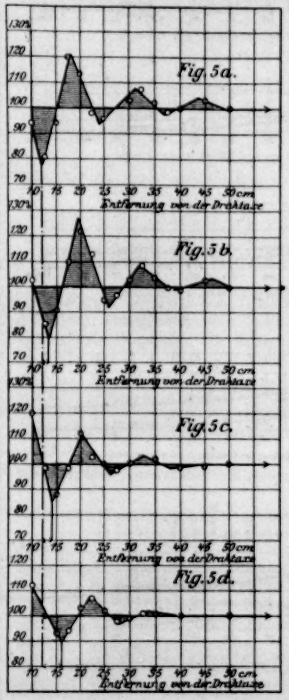


Fig. 5.

Dasselbe für die Wellenlänge 85 cm finden wir in den Fig. 7a bis 7f. Der Charakter sämtlicher Kurven wird vom Experiment überall richtig wiedergegeben; die Abweichungen sind

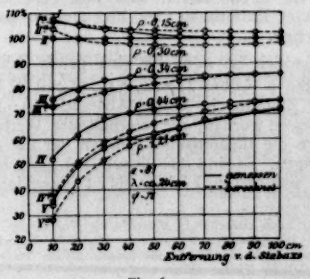


Fig. 6.

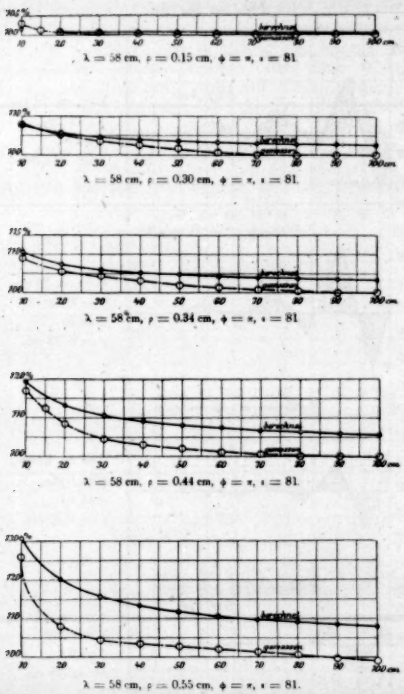


Fig. 7a—7e.

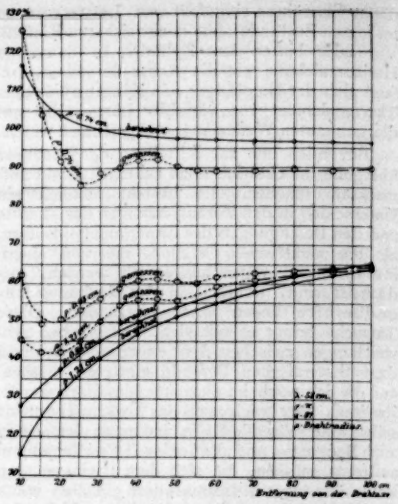


Fig. 7f.

um so größer, je dicker der Zylinder ist. In den Kurven $\varrho = 0{,}98$ cm und 1,21 cm haben wir auch ein Beispiel für die starken Abweichungen, die durch eine Koppelung hervorgebracht werden können [1]). Man erkennt, daß in der Nähe des Zylinders die beobachteten Kurven direkt falsch sind und sich erst in größerer Entfernung den berechneten gut anschließen.

Endlich ist noch für eine große Zahl von Werten ϱ (wobei $\lambda = 22$, 34, 58 cm) $\mathfrak{E}_1^2$ hinter dem Zylinder in einem Abstande $\varrho = 10$ cm gemessen werden; die so erhaltenen Werte sind neben die theoretischen Kurven der Fig. 4 eingetragen. Es sind dies die schwach gezeichneten bzw. punktierten Linien. Es ist ersichtlich, daß für kleines $\frac{\varrho}{\lambda}$ der charakteristische Verlauf der berechneten Kurven von der Beobachtung wiedergegeben wird, mit Ausnahme der Stellen des „periodischen" Schwankens. Dort zeigen die Kurven für 22 cm und 34 cm Wellenlänge lediglich einen etwas unregelmäßigen Verlauf; doch ist es Herrn Großmann und mir nicht gelungen, die „Periodizität" herauszubekommen. Als Grund dafür läßt sich folgendes anführen: Einmal ist die Beobachtung an dieser Stelle überhaupt sehr erschwert durch den Umstand, daß für die Wellenlänge 22 cm z. B. der steile Abfall sich in dem engen Intervall von 0,91 bis 0,93 cm Radius abspielt; es war aber fast unmöglich, unter den uns zur Verfügung stehenden käuflichen Glasrohren solche zu finden, deren Radius auf $^1/_{10}$ mm genau ist. Zweitens muß aber auch die Dämpfung der Wellen dahin wirken, gerade diese Stellen zu verflachen, aus dem nämlichen Grunde, wie auch die beobachteten Interferenzen der Fig. 6 gegen die berechneten in Fig. 2 stark abgeflacht sind. Immerhin bleibt es merkwürdig, daß kaum eine Andeutung in der beobachteten Kurve zu erkennen ist. Eine endgültige Klarstellung dieses Punktes ist erst von Messungen mit ungedämpften Wellen zu erwarten, die ich bald ausführen zu können hoffe.

Von diesem einen Punkt abgesehen, darf man aber wohl im übrigen die Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment als gut bezeichnen.

1) Noch einfacher ist vielleicht die Vorstellung, daß in diesen letztgenannten Fällen eine erhebliche Reflexion am Thermoelement stattfindet, die dann natürlich Veranlassung zu stehenden Wellen geben müßte, wie es die Beobachtung zu zeigen scheint.

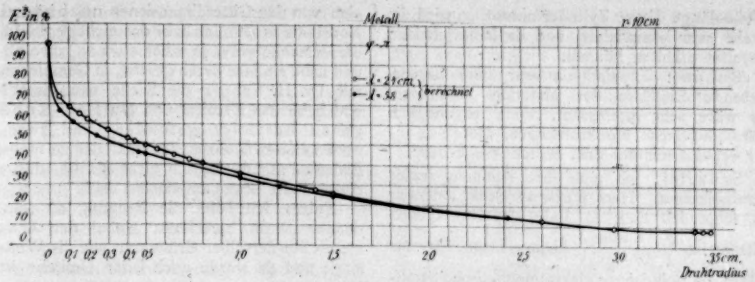


Fig. 8.

§ 8.

Zum Schluß möchte ich noch ganz kurz die Resultate von Theorie und Experiment für den metallischen Zylinder besprechen, für den wir — da wir mit elektrischen Wellen operieren — die Leitfähigkeit unbedenklich gleich unendlich annehmen dürfen.

Es zeigt sich nun, daß alle allgemeinen Formeln dieselben bleiben[1]), wenn man nur die Koeffizienten a_m statt durch Gleichung (10) durch die folgende definiert:

$$\frac{2i^m}{a_m} = -\frac{K_m(\varkappa_1)}{\mathfrak{H}_m(\varkappa_1)} + \frac{i\pi}{2}. \qquad (22)$$

Man erkennt, daß diese Koeffizienten a_m eine viel einfachere Struktur besitzen, wie die gleichnamigen für den dielektrischen Zylinder. Darin ist es begründet, daß die Erscheinungen für den metallischen Zylinder bei weitem einfacher sind wie für den dielektrischen.

Eine genauere Diskussion nach Art der in § 5 enthaltenen hat folgendes ergeben:

Solange man das Verhältnis ϱ/λ nicht zu groß wählt — die numerische Berechnung ist bis zum Werte $^1/_8$ durchgeführt worden — treten in der Bezeichnungsweise des § 5 hinter dem Zylinder nur Kurven vom Typus II, d. h. stets Schattenwirkungen, auf.

Man erkennt dies am deutlichsten, wenn man Kurven nach Art derjenigen in Fig. 4 berechnet, d. h. als Abszissen die Radien ϱ und als Ordinaten $\mathfrak{E}^2$ z. B. in der Entfernung $r = 10$ cm hinter dem Zylinder aufträgt.

So ist Fig. 8 berechnet für die Wellenlängen 24 und 58 cm. Man erkennt, daß diese Kurven — ohne jede Singularität — durchaus unterhalb der Ordinate 100 Proz. verlaufen: Kurven vom Typus II!

Insbesondere hebe ich folgendes hervor: In (22) sind diejenigen Besselschen Funktionen, welche $\varkappa_2$ als Argument besitzen, fortgefallen; damit kommen in Fig. 8 natürlich auch die eigenartigen periodischen Schwankungen, die mit dem Nullwerden von $\mathfrak{H}_0(\varkappa_2)$ und $\mathfrak{H}_0'(\varkappa_2)$ verknüpft erscheinen, in Wegfall. Man darf aber erwarten — und die Rechnung bestätigt dies in der Tat —, diese periodischen Schwankungen wieder anzutreffen an den Stellen, wo $\mathfrak{H}_0(\varkappa_1)$ oder $\mathfrak{H}_0\left(\frac{2\pi\varrho}{\lambda}\right)$ verschwindet. Das geschieht zuerst für einen Wert $\varkappa_1 = \frac{2\pi\varrho}{\lambda} = 2{,}405$. Berechnet man daraus $\frac{\varrho}{\lambda}$, so ergibt sich dafür der Wert: 0,383, oder rund $^4/_{10}$. Für eine Wellenlänge von 24 cm entspricht das einem Werte $\varrho = 9{,}6$ oder rund 10 cm. Man müßte also schon sehr dicke Stäbe (deren Durchmesser mit der Wellenlänge vergleichbar wird) nehmen, um diesen Effekt zu erhalten. Die experimentelle Verifikation dieser letzteren Folgerung soll späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

(Eingegangen 11. März 1909.)

1) Vgl. z. B. v. Ignatowsky, l. c.

Diskussion.

Rubens (Berlin): Unstreitig sind die von Herrn Schaefer erhaltenen Resultate sehr wichtig und interessant. Ich wollte mir die Frage erlauben, ob es vielleicht möglich wäre, diese Rechnung auch durchzuführen für den Fall mehrerer paralleler Zylinder, die in gleichen Abständen stehen, weil dieser Fall sich leicht experimentell behandeln läßt.

Schaefer: Ich habe mich mit dieser Frage sehr lange beschäftigt. Wenn man mehrere Zylinder nimmt von gegen die Wellenlänge λ sehr kleinem Radius ϱ, und wenn man ferner die Abstände der einzelnen Zylinder groß gegen die Wellenlänge macht, so bekommt man ein brauchbares Resultat für einen speziellen Fall des Beugungsgitters heraus, und zwar für ein nicht ebenes Gitter, was bisher wohl noch nicht gemacht ist. Ich habe diesen Fall privatim durchgerechnet, aber noch nicht veröffentlicht. Wenn man aber im Vergleich zur

Wellenlänge dicke Zylinder nimmt, so wird die Sache sehr kompliziert, und da habe ich kein Resultat erhalten können.

Rubens: Es sind da sehr stark hervortretende Einflüsse des Materials vorhanden. Es wäre sehr interessant, wenn es möglich wäre, die Sache durchzurechnen. Herr Schaefer scheint mir auf dem besten Wege dazu.

Schaefer: Ich muß Ihre Hoffnung leider herabstimmen. Herr Rubens denkt offenbar an folgenden Fall: Im Falle des Hertzschen Gitters ist $\frac{\varrho}{\lambda}\left(\frac{\text{Radius}}{\text{Wellenl.}}\right)$ klein. Dann übt das Gitter auf polarisierte elektromagnetische Strahlung eine Schirmwirkung aus, die man folgendermaßen beschreiben kann. Sind die Drahtachsen dem elektrischen Vektor parallel, so hat das Gitter praktisch die Durchlässigkeit 0; sind die beiden Richtungen gekreuzt, so hat man die Durchlässigkeit ∞. Das „Durchlässigkeitsverhältnis" $\frac{D_\parallel}{D_\perp}$ ist also gleich null. Wenn man dagegen ein Metallgitter macht, wo ϱ groß ist gegen λ, so hat Du Bois zuerst gezeigt, daß hier das Durchlässigkeitsverhältnis $\frac{D_\parallel}{D_\perp}$ einen Wert größer als λ annimmt, d. h. daß dieses Gitter sich in bezug auf Schirmwirkung genau umgekehrt verhält, wie ein Hertzsches Gitter. Diesen Effekt nenne ich „Du Bois-Effekt". Läßt man nun, bei konstantem Gitter, die benutzte Wellenlänge wachsen, bis das Verhältnis $\frac{\varrho}{\lambda}$ sehr klein geworden ist, so haben Rubens und Du Bois gezeigt, daß dann der Du Bois-Effekt in den Hertzschen übergeht, daß also bei gegebenem Gitter für ein bestimmtes λ ein „Inversionspunkt" eintritt. Nun kann man allerdings einen Inversionspunkt auch bei einem einzigen Drahte nachweisen. Diesen habe ich auch experimentell annähernd realisieren können. Aber leider habe ich mich überzeugen müssen, daß das mit Ihrem Effekt nichts zu tun hat. Denn in den Koeffizienten a_m der Reihe, die ich vorhin angeschrieben hatte, kommt immer nur der Quotient ϱ/λ vor; darin liegt also ein Ähnlichkeitsgesetz ausgedrückt (vgl. § 3 des Vortrages). Verdopple ich nämlich z. B. den Radius ϱ, so erhalte ich dieselben Werte von ϱ/λ, also der Koeffizienten a_m, indem ich auch λ verdopple. Dies gilt in Strenge allerdings nur für den dielektrischen und absolut leitenden Zylinder; aber auch für endliche Leitfähigkeit gilt ähnliches. Durch Vergrößerung der Gitterdimensionen muß man also den Inversionspunkt nach größeren Wellenlängen verschieben können. Bei Kupfer haben Sie nun den Inversionspunkt z. B. bei 3 μ und unabhängig von der Drahtstärke gefunden; er scheint also eine von den Gitterdimensionen unabhängige Konstante zu sein. Ich habe das nicht geglaubt — die Versuche waren ja schon etwa 20 Jahre alt — und habe ein Jahr daran gesetzt, in Gemeinschaft mit Dr. H. Schulz die Sache nachzumachen und habe das Resultat von Du Bois-Rubens genau bestätigt gefunden, und zwar in noch weiteren Grenzen. Ich muß also zu meinem Bedauern sagen, daß ich nicht glaube, daß auf diese Weise etwas zu machen ist [1]).

Seitz: Ich habe die Beugung an einem dünnen Draht berechnet, wobei der Durchmesser von derselben Größe war, wie die Wellenlänge und da wurde noch keine Umkehr konstatiert.

Schaefer: Das ist mir bekannt und Ihr Resultat war auch wohl zu erwarten.

1) Anmerkung bei der Korrektur: Inzwischen glaube ich jedoch eine Möglichkeit gefunden zu haben, den Inversionspunkt zu erklären, und zwar namentlich seine Unabhängigkeit von den Gitterdimensionen. Ich komme darauf bei anderer Gelegenheit zurück.

H. Lehmann (Jena), Über einen neuen Projektionsschirm mit metallischer Oberfläche für farbige und lichtschwache Bilder.

In den vor mehr als 30 Jahren hier in Cöln und in Düsseldorf gehaltenen Vorträgen über „Optisches in der Malerei" erörtert Helmholtz die Mittel, welche dem Maler zur Erzielung einer größtmöglichen Naturtreue seiner Gemälde zur Verfügung stehen.

Diese Untersuchungen haben die physikalischen und physiologischen Gesetze zum Gegenstand, welche die größten Künstler aller Zeiten bei der Wiedergabe der Formen, der Farben und der Helligkeitswerte, sowie in der Farbenharmonie, natürlich unbewußt, geleitet haben.

Freilich haben diese Gesetze nur bei einer bestimmten Voraussetzung unumschränkte Gültigkeit, welche Helmholtz in folgende Worte kleidet: „Die sinnliche Deutlichkeit ist durchaus kein niedriges oder untergeordnetes Moment bei den Wirkungen der Kunstwerke, mir hat sich ihre Wichtigkeit immer mehr aufgedrängt, je mehr ich den physiologischen Momenten in diesen Wirkungen nachgespürt habe."

Heutzutage allerdings verabscheuen geradezu gewisse Kunstrichtungen die sinnliche Deutlichkeit. Wenn nun auch die meisten Richtungen bei weitem nicht so radikal sind, so ist doch überall eine gleiche Tendenz zu bemerken.

Ganz zweifellos ist die Helmholtzsche Voraussetzung des Bestrebens nach sinnlicher Deutlichkeit im Sinne des allgemeinen Empfindens, und daher auch berechtigt, denn die Kunst soll der Allgemeinheit dienen.

In gewissen Beziehungen nun ist diese Vor-

aussetzung in sehr hohem Grade erfüllt bei denjenigen „Photographien in natürlichen Farben", welche nach den vollkommensten Methoden erzielt wurden.

Nun kann man allerdings die Photographie als „zwangläufiges Verfahren" niemals als ein reines Kunstwerk betrachten, da ihr das subjektive Moment des Künstlers vollkommen abgeht; wohl aber kann eine Photographie bei geeigneter Wahl des Motives und der Beleuchtung hohe künstlerische Qualitäten besitzen, so daß sie nicht nur ein reines Naturdokument darstellt.

In diesem Sinne ist man dazu berechtigt, die Photographie als eine ars pingendi zu bezeichnen; und da bei ihr die Helmholtzsche Voraussetzung der sinnlichen Deutlichkeit erfüllt wird, so kann man ferner ohne weiteres die Helmholtzschen Untersuchungen über die Formen, Farben und Helligkeitswerte an Gemälden auch auf die Farbenphotographie ausdehnen, welche Untersuchungen sich nicht nur auf die Wahl der Motive und der Beleuchtung, sondern auch auf die ganze Technik der Photographie zu erstrecken haben werden.

Es würde wohl zu weit führen, an dieser Stelle auf die einzelnen Punkte näher einzugehen. Nur einer, wie mir scheint, der wichtigsten Gegenstände, die Helligkeitsabstufung, soll hier kurz berührt werden.

Wenn oben gesagt wurde, die Farbenphotographie stellt ein Naturdokument dar, so ist das nur cum grano salis zu verstehen, d. h. zunächst nur in bezug auf die rohe Wiedergabe von Formen, Farben und Helligkeitsstufen. Es ist nämlich unmöglich, durch die Photographie absolute Naturtreue zu erzielen; wie sich aus einer Reihe von Untersuchungen ergeben hat, verhält sich die photographische Platte gegenüber der Wirkung von Farben- und namentlich Helligkeitswerten ganz ähnlich wie die Netzhaut des menschlichen Auges. Diese Wirkungen sind nämlich jenen Werten nicht einfach proportional, sondern eine unter Umständen sogar recht komplizierte Funktion derselben.

Wären die Wirkungen den absoluten Werten genau proportional, so würde jedes Photogramm in der Tat ein absolutes Naturdokument sein, und der Erfolg wäre der, daß das Farbenphotogramm jedem Menschen, seien seine Augen auch noch so abnormal, genau die Wirklichkeit vortäuschen müßte. Ebenso einfach läge das Problem, wenn jede photographische Platte sich absolut genau so wie die Netzhaut irgendeines Menschen verhalten würde. Alsdann würde das Farbenphotogramm in jedem Falle mit einem technisch sehr vollkommenen Gemälde identisch sein, welches als von jenem Menschen hergestellt gedacht werden könnte, dessen Netzhaut eben der jeweils benutzten photographischen Platte in dem Verhalten dem Licht gegenüber vollkommen gleichen würde. Man kann übrigens sehr im Zweifel sein, welcher von den beiden hypothetischen Fällen als das ideale Ziel der Farbenphotographie hinzustellen ist.

In Wirklichkeit findet aber weder der eine noch der andere Fall statt, sondern die photographische Platte zeichnet wohl individuell, aber in einer von der menschlichen Gesichtsempfindung abweichenden Weise, nähert sich also mehr dem zweiten Fall.

Diese Abweichungen nun sind, so klein sie für sich betrachtet erscheinen, für die Erzielung kunstgerechter Photographien von allergrößter Bedeutung: die Kunst des Photographen besteht darin, diese Abweichungen, welche zwischen dem Empfindungsverlauf der photographischen Platte und demjenigen der Netzhaut bestehen, auf ein Minimum zu reduzieren.

Besonders wichtig ist die Erfüllung dieser Forderung zur Erzielung der richtigen Helligkeitsstufen; Helmholtz sagt hierüber: „Zur vollendeten künstlerischen Malerei kommt es erst, wenn nicht mehr die Körperfarben, sondern wenn die Lichtwirkung auf das Auge nachzuahmen gelungen ist, und nur indem wir den Zweck der malerischen Darstellung in dieser Weise auffassen, wird es möglich, die Abweichungen zu verstehen, welche die Künstler in der Wahl ihrer Farben- und Helligkeitsskala der Natur gegenüber haben eintreten lassen.

Diese Abweichungen sind dadurch zunächst bedingt, daß das Fechnersche Gesetz nur für mittlere Helligkeiten gilt. An beiden Grenzen zeigt sich das Auge weniger empfindlich für Lichtunterschiede, als es nach jenem Gesetze sein sollte. Daraus folgt ein für die Malerei höchst charakteristischer Unterschied zwischen dem Eindruck sehr starker und sehr schwacher Beleuchtung: wollen die Maler glühenden Sonnenschein darstellen, so machen sie alle Objekte fast gleich hell; wollen sie dagegen Mondschein darstellen, so geben sie nur die allerhellsten Objekte hell an, namentlich die Reflexe an glänzenden Flächen, und halten alles andere fast unerkennbar dunkel. . . ."

In zwar nicht gleicher, aber ganz ähnlicher Weise ist auch die photographische Platte zu zeichnen imstande, welche Eigenschaft man aus dem Verlauf der „Gradation" der Platte ersehen kann. Will man z. B. eine Landschaft bei Mondschein darstellen, so nimmt man die Gegend bei vollem Tageslicht, aber mit sehr starker Unterbelichtung auf. Man erreicht so tatsächlich eine Helligkeitsabstufung auf dem Bilde, die derjenigen täuschend ähnlich ist, wie sie das Auge bei Mondbeleuchtung empfindet. Auf diese Weise sind schon die wunderbarsten

Stimmungsaufnahmen erzielt worden. Besonders groß ist die Illusion dann, wenn bewegte Gewässer mit zur Darstellung kommen.

„Zugleich aber werden die genannten Abweichungen von der Natur deshalb nötig, weil die verfügbare Helligkeitsskala der Körperfarben wesentlich geringer ist, als sie die Natur zeigt, und weil die Gemälde in der mittleren Helligkeit eines mäßig beleuchteten Zimmers gesehen werden, für welche das Fechnersche Gesetz gilt."

Ganz genau dasselbe kann man auch von der Farbenphotographie sagen.

„Die große künstlerische Wirksamkeit guter Gemälde zeigt also, wie der Hauptnachdruck in der Nachahmung auf die Abstufung der Helligkeitsunterschiede fällt, nicht auf die absoluten Helligkeiten."

Auf weitere für die Helligkeitsabstufungen in Betracht kommenden Gesetze, wie z. B. das Purkinjesche Phänomen für Netzhaut und photographische Platte, können wir hier nicht eingehen.

Wir wollen nun hier diese Betrachtungen nur auf eines der besten und am weitesten verbreiteten Verfahren der Farbenphotographie anwenden: auf Lumières „Autochrom"-Platte. Ich setze hier Lumières Methode als bekannt voraus. Alsdann wird man leicht einsehen, daß bei der Betrachtung einer solchen Farbenphotographie im durchfallenden weißen Licht wegen der Absorption der gefärbten Stärkekörnchen und der räumlichen Verteilung derselben selbst in den stärksten weißen Lichtern schon theoretisch nur ein Drittel des auffallenden Lichtes ins Auge gelangt; in Wirklichkeit ist der Prozentsatz wegen der Trübung der Stärkekörnchen und der über das theoretische Maß hinausgehenden Absorption wesentlich kleiner, ungefähr ein Zehntel.

Es wird also hierdurch die gesamte Helligkeitsskala des Bildes etwa auf den zehnten Teil des Wertes herabgedrückt, welchen unsere normale Umgebung zeigt.

Die Folge hiervon ist aber nicht etwa nur ein allgemeines Dunklerwerden des gesamten Bildes, sondern es werden damit auch die Helligkeitsstufen wesentlich verschoben, die zarten Abstufungen in den Schatten verschwinden vollkommen usw., d. h. das Bild erscheint nicht mehr richtig. Man beseitigt nun diesen Mißstand der Autochromplatte bekanntlich dadurch, daß man sie bei der Betrachtung gegen den hellen Himmel hält und das seitliche helle Licht gut abblendet; oder bequemer verwendet man einfache Betrachtungsapparate, welche denselben Zweck erfüllen.

Man hat es also durch Anwendung dieses Mittels ganz in der Hand (eventuell noch unter Vorschaltung mehr oder weniger durchlässiger Mattgläser), die Helligkeitsskala des (natürlich richtig belichteten und entwickelten) Farbenphotogrammes um denjenigen Betrag nach oben zu verschieben, der zur Erzielung der für das menschliche Auge richtig erscheinenden Helligkeitsabstufungen nötig ist. Im allgemeinen wird das natürlich eine Helligkeitsstufe sein, für welche das Fechnersche Gesetz noch merklich gilt. Man bringt also das Bild möglichst auf eine solche Helligkeitsstufe, wie sie bei der Aufnahme geherrscht hat.

Viel schwieriger läßt sich diese Forderung für die Projektion der Autochromplatte realisieren, denn hier ist in den meisten Fällen die Stärke der Lichtquelle und die Vergrößerung des Bildes gegeben. Kommt z. B. eine Vergrößerung in Betracht, bei welcher auf dem weißen Schirm in den Lichtern gewöhnlicher Diapositive eine gerade noch normale Helligkeit herrscht (wofür nach hygienischen Grundsätzen eine Beleuchtungsstärke von 50 Hefner-Meter-Kerzen gelten sollte), so müßte man bei Verwendung von Autochromplatten entweder die Stärke der Lichtquelle verzehnfachen oder man müßte die Vergrößerung zehnmal kleiner nehmen, um eine Helligkeitsstufe zu erreichen, bei welcher das Fechnersche Gesetz wieder gilt, und um damit die richtigen Helligkeitsabstufungen zu erzielen.

Man kann aber dasselbe Ziel noch auf einem dritten Wege erreichen: nämlich durch Erhöhung der Reflexionskraft des Projektionsschirmes.

Die gebräuchlichsten Substanzen für derartige Schirme sind weiße Leinwand (Schirting usw.), weißes Papier, Gipswände oder Flächen mit irgendeinem mattweißen Anstrich, der meist Magnesia usta enthält. Die Reflexionskraft, oder besser gesagt die Flächenhelle, differiert für diese weißen Körper nur um wenige Prozente. Wenn man jedoch die metallische Reflexion zu Hilfe nimmt, so erhält man Flächenhelligkeiten, welche diejenigen obiger Substanzen um das Vielfache übersteigen können.

Es leuchtet wohl ohne weiteres ein, daß hierbei nur diffus reflektierende metallische Flächen in Betracht kommen können, denn auf einer regelmäßig spiegelnden planen Fläche kann man kein reelles Bild auffangen, sondern man erblickt in ihr nur das sehr helle virtuelle Bild der Lichtquelle.

Die Idee, metallische Reflexion bei Auffangschirmen zu verwenden, ist übrigens nicht neu: sie wurde bereits 1891 in Amerika einem gewissen Anderton patentamtlich geschützt; doch ist dieses Patent später gelöscht worden. Von einer weitergehenden Ausführung dieses Patentes ist nichts bekannt geworden.

Der Grund hierfür liegt wohl hauptsächlich darin, daß man in der Verwendung metallischer Schirme bei der Vorführung gewöhnlicher Dia-

positive, die damals wohl hauptsächlich nur in Betracht kamen, mit Recht keinen wesentlichen Vorteil erblickte. Für die normalen Vergrößerungen gewöhnlicher Diapositive reichten eben die vorhandenen Lichtquellen vollkommen aus.

Seitdem aber die Kinematographie eine weitgehende Anwendung gefunden hat, machen sich Bestrebungen nach einer Erhöhung der Flächenhelligkeit des Auffangschirmes, die ja bei der hier in Betracht kommenden sehr starken Vergrößerung (bis 300fach) wünschenswert erscheint, wieder bemerkbar, was man aus mehreren seit dem letztvergangenen Jahre bekannt gewordenen Gebrauchsmusteranmeldungen ersehen kann.

Aber schon vorher hatte ich derartige Schirme zur Vorführung von Farbenphotographien angewendet, wobei ich die oben dargelegten Helmholtzschen Prinzipien im Auge hatte.

Wir wollen hier kurz die Eigenschaften solcher metallischen Auffangschirme betrachten.

Die Herstellung von diffus reflektierenden Metallflächen kann in sehr verschiedener Weise erfolgen. Sehr brauchbare Flächen erhält man z. B. durch Versilbern der mattierten Seite einer Glasplatte. Doch kommen derartige Schirme für die Ausführung in größerem Maßstabe nicht in Betracht. Hierfür ist das einfachste das Überziehen der Fläche mit glänzendem Metallpulver, welches im Handel unter dem Namen Bronzefarbe käuflich ist. Als das geeignetste der neutralen Farbe und vor allem der großen Haltbarkeit wegen steht das Aluminiumpulver hier an erster Stelle.

Von großer Bedeutung für die Wirksamkeit der Schirme ist die Art des Aufbringens des Metallpulvers. Dieses Pulver besteht nämlich aus kleinen sehr dünnen Blättchen. Wenn man nun das Metallpulver in einem gebräuchlichen Bindemittel, wie Lösungen von Gummi, Zelluloid usw., emulsioniert, oder besser gesagt suspendiert, so werden die einzelnen Blättchen darin eine sehr verschiedene Lage annehmen; ein größerer Prozentsatz wird sogar mit seiner größten Ausdehnung senkrecht oder nahezu senkrecht zur Schirmfläche stehen. Die Wirkungsweise der Metallblättchen ist nun die kleiner Elementarspiegel, etwa derart, daß jedes auf den Schirm treffende dünne Strahlenbündel durch die in seinem Querschnitt befindlichen verschieden gelagerten Blättchen nach allen Richtungen hin gespiegelt wird, wobei natürlich infolge der geringen Größe der Elemente die Beugung des Lichtes eine hervorragende Rolle spielt. Durch sie kommt erst die Erscheinung der Stetigkeit und des Zusammenhanges am projizierten Bilde zustande.

Hieraus geht hervor, daß die Wirkung aller oben erwähnten mehr oder weniger auf der Kante stehenden Blättchen nahezu ganz ausgeschaltet ist. Ich halte es daher für besser, das Pulver in einer anderen Weise aufzutragen, wobei keine so großen Lageunterschiede auftreten können. Als solche kommt das „trockene Verfahren" in Betracht. Hierbei läßt man das auf die Schirmfläche aufgetragene Bindemittel bis zu einer bestimmten Viskosität eintrocknen und trägt dann das Metallpulver auf. Derartig präparierte Flächen erscheinen ganz bedeutend heller als die nach der Emulsionsmethode behandelten, wie aus den weiter unten beschriebenen Helligkeitsmessungen hervorgeht.

Es muß hier noch kurz auf eine andere Eigenschaft diffus reflektierender Flächen eingangen werden: nämlich auf ihre Abweichung vom Lambertschen Gesetz. Nach diesem müßte jede vollkommen diffus reflektierende (gleichmäßig beleuchtete) Fläche aus allen Richtungen gleich hell erscheinen. Die oben genannten, gewöhnlich für Schirme verwendeten Substanzen, wie z. B. Leinwand, Gips usw., zeigen eine nur geringe, praktisch bedeutungslose Abweichung von Lamberts Gesetz, welche meist im Sinne des gewöhnlichen Reflexionsgesetzes, bei gesiebtem Gips und Magnesia zum Beispiel, gegen das Gesetz erfolgt.

Bei diffus reflektierenden Metallflächen dagegen sind die Abweichungen merklich und bedeutend größer. Es ist das der einzige Nachteil der Metallschirme, daß sie bei stark seitlicher Betrachtung in ihrer gewünschten Wirkung verlieren.

Hier ist aber zu bemerken, daß eine stark seitliche Betrachtung eines projizierten Bildes gegen die Gesetze der Perspektive verstößt. Die Plätze sollten möglichst so angeordnet werden, daß das perspektivische Zentrum in die Mitte der vorderen Beobachterreihen fällt. Jede seitliche Entfernung von diesem Punkte bringt eine zunächst unmerkliche Verzerrung des Bildes mit sich, die aber mit dem Wachsen der Neigung immer störender wird. Daraus geht hervor, daß der Auffangschirm von der ersten Reihe der Beobachter eine beträchtliche Entfernung haben soll, und daß ferner amphitheatralische Projektionsräume ihren Zweck sehr schlecht erfüllen; schmale und langgestreckte Räume sind am geeignetsten.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte ist es möglich, die Metallschirme so einzurichten, daß sie ihren Zweck auch bei den aus Gründen der Perspektive noch zulässigen Neigungen vollkommen erfüllen, nämlich heller als gewöhnliche Schirme zu erscheinen.

Durch geeignete Wahl des Profiles der Unterlage, auf welche das Metallpulver aufgetragen wird, kann man leicht eine wesentlich größere Zerstreuung des Lichtes nach den Seiten hin erreichen, jedoch auf Kosten der Helligkeit in der Mitte des Raumes. Doch beträgt ihr Wert

hier immer noch das Vielfache der Helligkeit gewöhnlicher Schirme. Allerdings gilt das nur für das „trockene Verfahren", nicht für das Emulsionsverfahren.

Bei Verwendung von glatten Flächen erhält man also große Helligkeit in der Mitte des Raumes, die nach den Seiten schnell abfällt. Rauhe Stoffe, wie z. B. Leinwand, besitzen ein schon recht geeignetes Profil. Noch bessere Resultate kann man erreichen, wenn man künstlich kleine Erhebungen anbringt, wie z. B. aneinanderstoßende Kugelkalotten, Pyramiden usw., oder einfache Furchen mit geeignetem Querschnitt, der etwa ein Dreieck oder einen Teil eines Polygons oder schließlich eine stetige Wellenlinie bildet. Letztere Form zeigen die vom Zeiß-Werk in Jena hergestellten „geriefelten" Schirme. Wie aus den unten gezeichneten Kurven (Fig. 1) hervorgeht, besitzt dieser Schirm eine sehr gleichmäßige Helligkeit innerhalb eines beträchtlichen Winkels.

Es mag noch hervorgehoben werden, daß man je nach Wahl des Furchenquerschnittes die Helligkeitsverteilung im Raum bis zu einem gewissen Grade beliebig regeln kann; man kann z. B. zwei oder mehrere Maxima zu beiden Seiten der einfallenden Strahlen erzeugen oder das Hauptmaximum nur auf eine Seite bringen usw., da natürlich das Hauptmaximum bei diffus reflektierenden Metallflächen dem Reflektionsgesetz folgt.

Zum Schluß will ich noch kurz über die photometrischen Untersuchungen von Projektionsschirmen berichten. Die Versuchsanordnung war folgende: Ein Webersches Photometer, das mit einem Photometerwürfel nach Lummer-Brodhun ausgerüstet war, wurde am Ende einer 1 m langen Alhidade befestigt, die sich über einen in 16 Teile geteilten Quadranten bewegte. Über dem Drehungspunkte wurde die zu untersuchende Fläche senkrecht aufgestellt. Die Beleuchtung der Fläche geschah

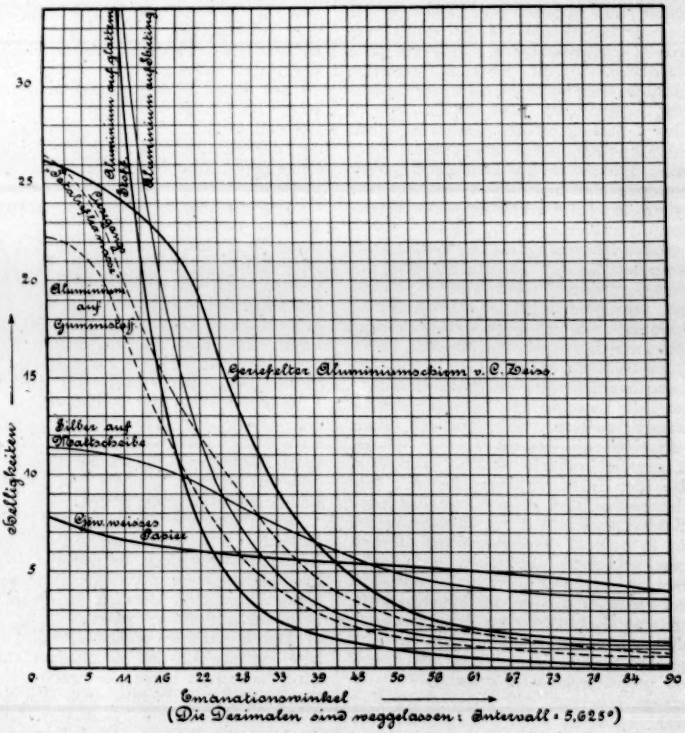


Fig. 1.

durch eine bei einer Spannung von 110 Volt normal brennenden 1-Ampere-Nernst-Lampe, die aber durch Abgleichen mittels eines Regulierwiderstandes mit einer so geringen Spannung beansprucht wurde, bis die Farbe ihres Lichtes der der Photometerlampe für das Auge nahezu gleich war. Die Nernstlampe wurde natürlich durch eine sonst nicht weiter beanspruchte Akkumulatorenbatterie gespeist. Um eine intensive gleichmäßige Beleuchtung zu haben, wurde das Licht der Nernstlampe durch einen zentralen Ausschnitt in einer Kondensorlinse und durch ein Objektiv unmittelbar über das Photometer hinweg auf die zu untersuchende Fläche projiziert. Letztere wurde mittels eines Planspiegels so justiert, daß in der 0-Stellung der Alhidade der Einfalls- und der Beobachtungswinkel nur etwa $2^1/_2{}^0$ betrugen. Es konnte also das reguläre Maximum der Reflexion gemessen werden. Weitere Einstellungen wurden dann in Intervallen von je $5{,}625^0$ bis $78{,}75^0$ gemacht. Hierbei wurden also die relativen Flächenhelligkeiten für senkrechten Einfall gemessen, und zwar bezogen auf den dem Photometer beigegebenen weißen Papierschirm.

Als Versuchsmaterial kamen zunächst die für Projektionsschirme gewöhnlich verwendeten Substanzen in Betracht. Da sich jedoch diese diffus reflektierenden weißen Flächen vom Photometerschirm nur wenig unterscheiden, soll von einer Mitteilung dieser Messungen hier abgesehen werden.

Wie bereits erwähnt, kommen an Metallflächen für die Praxis hauptsächlich mit Aluminiumpulver belegte Flächen in Betracht. Untenstehende Kurven (Fig. 1) gestatten einen direkten Vergleich der Wirkung verschiedener Präparate mit gewöhnlichen Schirmen. Es sind hier als Abszissen die Betrachtungs- oder Emanationswinkel, als Ordinaten die Flächenhelligkeiten aufgetragen. Zunächst ersieht man hieraus, daß die maximalen Helligkeiten sehr verschieden ausfallen; ferner ist ebenso der „nutzbare Streuungswinkel", d. h. der Winkel, unter welchem die Metallfläche gleich hell erscheint wie ein gewöhnlicher Schirm unter gleichem Winkel, sehr verschieden, und schließlich erkennt man, daß der Verlauf der Kurven innerhalb des nutzbaren Streuungswinkels je nach dem Präparat mehr oder weniger flach ausfällt. Folgende Tabelle enthält die relativen maximalen Helligkeiten H und die nutzbaren Streuungswinkel W für die untersuchten Präparate.

Präparat	H	W
1. Gewöhnliches weißes Papier	1,0	—
2. Glatter Aluminiumschirm	13,8	48^0
3. Schirting- „	7,8	61^0
4. Geriefelter „	3,4	84^0
5. Liesegangs Totalreflexmasse (Aluminium in Zelluloid)	3,4	71^0
6. Aluminiumpulver auf Gummistoff der Gummifabrik Harburg-Wien	2,9	56^0
7. Gröberes Mattglas, Mattseite versilbert	1,6	96^0

Die versilberte Mattscheibe hat aus den oben erwähnten Gründen keine praktische Bedeutung; sie soll nur als Beispiel dafür dienen, daß die Herstellung von diffus reflektierenden Metallflächen mit sehr flachen Helligkeitskurven möglich ist. Eine solche Fläche erscheint dem Auge selbst bei gewöhnlicher Beleuchtung fast genau so wie eine sehr weiße

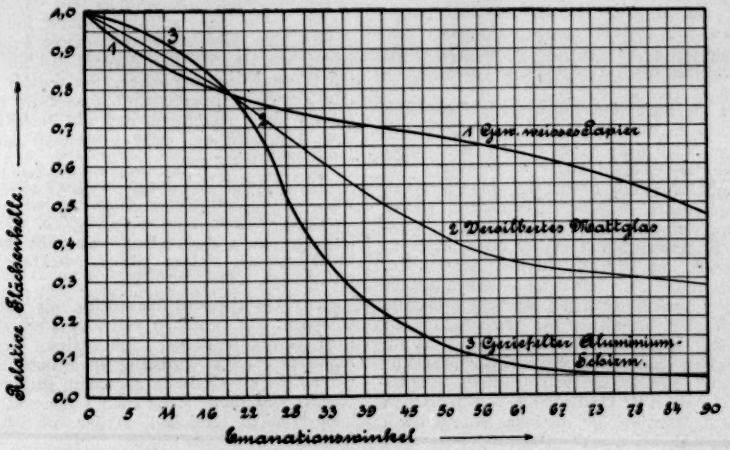


Fig. 2.

Papierfläche. Doch ist die maximale Helligkeit nicht hoch genug, um derartige Flächen mit erheblichem Vorteil zu Projektionsflächen benutzen zu können. Mattscheiben mit feinem Korn geben wieder zu spitze Maxima.

Wie ferner wohl einleuchtet, sind diejenigen Flächen besonders brauchbar, die neben großer maximaler Helligkeit auch eine ziemlich konstante Helligkeit innerhalb eines größeren Winkels besitzen. Es ist dies der Fall bei dem „geriefelten Aluminiumschirm" von C. Zeiß, wie aus umstehenden, in gleichem Maßstabe gezeichneten Kurven in Fig. 2 von Papier und diesem Metallschirm hervorgeht. Der flache Verlauf erstreckt sich bis zu einem Streuungswinkel von etwa 45^0.

Über die Verwendung der Metallschirme ist noch folgendes zu bemerken:

Den „glatten Aluminiumschirm" wird man mit großem Vorteil für lichtschwache Mikroprojektionen anwenden, ferner für Projektionen lichtschwacher physikalischer Erscheinungen, wie z. B. von Polarisationsphänomenen, besonders von Spektren usw. Letztere erscheinen mit außerordentlicher Farbenpracht, wobei selbst das dunkle Blau und das noch dunklere Violett leuchtend hervortreten, welche Farben auf dem gewöhnlichen Schirm bei stärkerer Vergrößerung nur schwer oder gar nicht zu erkennen sind. Da dieser Schirm etwa zwölfmal heller ist als der gewöhnliche Schirm, so erscheinen auf ihm Einzelheiten, die das Auge sonst überhaupt nicht wahrnehmen könnte. Dem Übelstande des geringen Streuungswinkels kann man wirksam dadurch begegnen, daß man den Schirm um eine vertikale Achse drehbar aufstellt, um so den einzelnen Beobachtungsgruppen, falls diese in amphitheatralischer Anordnung sitzen, durch eine geringe Drehung des Schirmes das Hauptmaximum zuwerfen zu können.

Für die Projektion von ausgedehnteren Bildern dagegen, welche eine Drehung des Schirmes nicht gestatten würden, verwendet man besser den Schirting-Aluminiumschirm, oder wenn man einen möglichst großen Streuungswinkel wünscht, den „geriefelten" Schirm. Die Furchen dieses Schirmes verschwinden dem Auge schon in geringer Entfernung, und in der Nähe erscheint namentlich das farbige Bild wie ein Gobelin. Überhaupt soll man nur dann zu diesen Metallschirmen greifen, wenn die Beleuchtungsstärke wirklich nicht ausreicht, also wesentlich unter 50 Hefner-Meter-Kerzen liegt. Das wird im allgemeinen immer eintreffen bei der „episkopischen" Projektion (von opaken Gegenständen, wie z. B. Druckschriften, von flachen Gegenständen, wie Schmetterlingen, Reliefs usw.). Man wird hierbei die Vergrößerung wesentlich steigern können. Ferner gilt dasselbe für die Projektion von Farbenphotographien, besonders von Lumières Autochromplatten. Und hier wieder ist der Vorteil ein ganz außerordentlich großer bei Aufnahmen, die bei vollem Sonnenschein hergestellt wurden. Denn hier ist das Intervall der Helligkeitsskala in der Natur ein sehr großes, auf der Autochromplatte aber ein viel kleineres, das nun erst durch den neuen Projektionsschirm dem Auge in einer der Wirklichkeit sehr nahe kommenden Ausdehnung erscheint.

Mit einer Verbesserung der Helligkeitswerte tritt natürlich zugleich auch eine solche der Farbenwerte ein, was durch das Purkinjesche Phänomen bedingt ist, falls der verwendeten Methode die richtige Wahl der Farben zugrunde liegt.

Jena, im Februar 1909.

(Eingegangen 25. Februar 1909.)

Diskussion (außerordentlich unverständlich wegen der überaus schlechten Akustik in der Aula).

Liesegang: Ich möchte darauf hinweisen, daß derartige Versuche mit Metallschirmen auch von anderer Seite gemacht sind. So von der Firma .... (unverständlich). Sie hatte in der Kinematographenausstellung in Hamburg in diesem Jahre einen solchen Schirm aufgestellt, der sehr bewundert wurde.

Die Firma Liesegang in Düsseldorf hat systematisch Versuche mit verschiedenen Mischungen als Bindemittel angestellt, wie Gummi, Harz, Wachs, Zelluloid, Kollodium und Mischungen daraus. Wer sich dafür interessiert, kann einen Schirm, der mit den verschiedenen Präparaten bestrichen ist, auf der Ausstellung im Stande der Firma Liesegang sehen. Sie werden finden, daß Zelluloid außerordentlich wirksam ist. Ich möchte auch bestätigen, daß die Projektion auf den Metallschirmen sehr vorteilhaft für lichtschwache Bilder ist.

Lehmann: Bei der gedrängten Darstellung war mir ein genaueres Eingehen auf die von Ihnen erwähnten Punkte unmöglich. Derartige Schirme sind aber schon seit 1891 bekannt, nicht erst seit einigen Jahren, wie Herr Liesegang sagt.

von Oettingen: Ich möchte mir eine Frage erlauben; Sie sprachen von der additiven und subtraktiven Methode. Ich meine, hier kann man bei der Farbenphotographie doch nur von der additiven Methode sprechen, mit der subtraktiven Methode kann man doch solche Wirkungen nicht erreichen. Oder bin ich da im Irrtum?

Wiener: Ja gewiß, es ist mit der subtrak-

tiven Methode geradeso gut möglich. Im Buchdruck hat man es noch nicht erreicht, aber in der Durchsicht kommt man zu ebenso guten Resultaten, wie auf dem anderen Wege. Es ist schwieriger, aber es geht. Sie brauchen sich nur in Leipzig von Herrn Dr. Dahms nach dem subtraktiven Verfahren hergestellte Bilder zeigen zu lassen.

von Oettingen: Blau und gelb wird subtraktiv doch immer grün geben, nicht weiß.

Wiener: Jawohl. — Es ist ein dem additiven Verfahren komplementäres Verfahren.

von Oettingen: Also ein anderes Verfahren auch beim Druck?

Wiener: Ja, man muß alles komplementär nehmen, dann geht es.

BESPRECHUNGEN.

L. Pfaundler, Physikalische Wandtafeln. I. Serie (12 Tafeln.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1908. In Mappe M. 12.—, einzeln M. 1.50

Die vorliegende Serie von 12 Tafeln betrifft hauptsächlich die allgemeinen Eigenschaften der Stoffe, insbesondere der Gase und Dämpfe. Die Tafeln eignen sich, wie der Referent persönlich in seiner Vorlesung erprobt hat, vorzüglich als Demonstrationsmaterial, so daß eine Vervollständigung der Serie nur wünschenswert sein würde. E. Bose.

J. Brode, Elemente der physikalischen Chemie. (Bibliothek der gesamten Technik. 30. Band.) 8. IV u. 148 S. mit 15 Abbildungen. Hannover, Dr. Max Jänecke. 1908. M. 2.20, gebunden M. 2.60

In diesem Bändchen der Jäneckeschen Sammlung werden die Grundbegriffe der physikalischen Chemie in sachlicher und klarer Weise, durch moderne Beispiele veranschaulicht, vorgetragen.

Einige Druckfehler und kleine sachliche Unrichtigkeiten mögen erwähnt sein. Auf Seite 4 muß es „Hypochlorit" statt „Hypochlorid" heißen; ebenda ist das Gesetz der Verbindungsgewichte unklar ausgedrückt. Seite 17 steht Hartmann statt Horstmann; auf Seite 24 fehlt bei Figur 1 der Hoffmannschen Dampfdichtebestimmung das Hg im Rohr; Seite 27 steht „dekatischen" statt „dekadischen"; auf Seite 39 ist die Diskussion der Formel $\frac{[AB][C]}{[AC][B]} = K$ unrichtig; Seite 91 sind die Indizes von A groß gedruckt; Seite 100 steht 10^{-2} statt 10^{+2}; Seite 102 Füllungsprozeß statt Fällungsprozeß; Seite 109 $F = 26580$ Coulomb statt 96580; Seite 122 und 123 fehlen bei den Zitaten die Autoren; Seite 133 muß es heißen: und da T gleich Null, auch $A - U = 0$; Seite 138 steht RTK statt $RT \ln K$.

Das Büchlein, das auch die Elemente der chemischen Thermodynamik berücksichtigt, kann als gediegen empfohlen werden.

K. Jellinek.

Ludwig David, Ratgeber für Anfänger im Photographieren. Leicht faßliches Lehrbuch für Amateurphotographen. 42. bis 44. neu bearbeitete Auflage. gr. 8. VIII u. 236 S. mit 96 Textbildern und 24 Bildertafeln. Halle a. S., W. Knapp. 1908. M. 1.50

C. Pizzighelli, Anleitung zur Photographie. Dreizehnte vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. VIII u. 474 S. mit 255 in den Text gedruckten Abbildungen u. 27 Tafeln. Halle a. S., W. Knapp. 1908. M. 4.50

Beide Lehrbücher sind in den Kreisen der Amateurphotographen sehr beliebt, da sie zweckentsprechend geschrieben sind. Sie bedürfen wohl keiner weiteren Empfehlung.

Riesenfeld.

Clemens Schaefer, Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. (Mathematisch-Physikalische Schriften für Ingenieure und Studierende, herausgegeben von E. Jahnke. Bd. 3.) 8. VIII u. 174 S. Mit einem Bildnis J. C. Maxwells und 32 Textfiguren. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. 1908. M. 3,40

An ausgezeichneten Lehrbüchern über die Maxwellsche Theorie, auch an deutschsprachigen, fehlt es keineswegs. Wenn der Verfasser trotzdem es unternommen hat, ihnen ein weiteres hinzuzufügen, so geschah es aus der Erwägung heraus, daß „ein Buch, welches eine möglichst einfache Einführung in die Grundlagen gibt, nicht überflüssig ist". Die Notwendigkeit, das Buch möglichst einfach zu gestalten, ergab sich schon daraus, daß es zur Einführung für Ingenieure und Studierende dienen sollte, daß also nicht mit dem schweren Rüstzeug gerechnet werden durfte, das dem Physiker von Fach zu Gebote steht. Hören wir, auf welchem Wege der Verfasser sein Ziel erstrebt hat: „Die zum Verständnis notwendigen mathematischen Vorkenntnisse sind auf ein Minimum reduziert. So habe ich auf die Benutzung der Symbole der Vektoranalysis verzichtet, weil ich deren Kenntnis in dem Kreise, an den sich

diese Schrift wendet, nicht allgemein vorausgesetzten durfte; ebenso habe ich die Greenschen Sätze und Stokes' Theorem unterdrückt und die Eindeutigkeitsbeweise fortgelassen. Was dadurch an Strenge etwa verloren ging, hoffe ich an Anschaulichkeit gewonnen zu haben". Ich glaube, daß man dem Verfasser beipflichten darf, umsomehr, als es ihm nicht darum zu tun ist, ein Lehrbuch der Theorie zu schaffen, sondern vielmehr eine Einführung in diese Theorie. Nachdem im ersten Kapitel die elektrostatischen, im zweiten die magnetostatischen Phänomene behandelt sind, gelangt Verfasser in den beiden folgenden Kapiteln (Elektromagnetismus und Induktion) zu den allgemeinen Maxwellschen Gleichungen, die dann im fünften Kapitel auf die für die Maxwellsche Theorie charakteristischen Erscheinungen, die elektrischen Wellen, unter besonderer Berücksichtigung der elektromagnetischen Lichttheorie, Anwendung finden. „Für die Wahl dieser Reihenfolge, die einigermaßen mit der historischen Entwicklung übereinstimmt, waren mir lediglich Gründe didaktischer und pädagogischer Natur maßgebend; sie bestimmten mich insbesondere, die Herleitung der magnetischen Feldgrößen an das Feld permanenter Magnete, statt an das Feld elektrischer Ströme anzuschließen. Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, daß für den Systematiker der zweite Weg der empfehlenswertere ist, so habe ich doch andrerseits die Überzeugung, daß die hier gewählte Darstellung, die ja früher allgemein üblich war, anschaulicher ist. Ich konnte mich dabei umso kürzer fassen, als ich einerseits auf der von Hertz und Heaviside hervorgehobenen Analogie zwischen elektrostatischen und magnetostatischen Größen fußte, andrerseits aber die Theorie des Magnetismus einem besonderen Bande dieser Sammlung vorbehalten ist". — Ich zweifle nicht, daß das Schaefersche Buch seinen Zweck, Studierenden und Ingenieuren den Weg zum Verständnis der Maxwellschen Theorie zu bahnen, vollauf erfüllen wird. — Ich möchte diese Betrachtungen nicht schließen, ohne der prächtigen Ausstattung des Buches lobend zu gedenken. Besonderer Dank sei dem Verleger gezollt für die Beigabe des schönen Maxwellbildnisses nach dem Stodartschen Stich. Max Iklé.

Tagesereignisse.

Preisaufgaben der Fürstlich Jablonowskischen Gesellschaft.

I. Für das Jahr 1910.

Die meisten Aufgaben der Elektrostatik sind reduzierbar auf die Ermittelung der Greenschen Massenbelegungen, und es sind daher diese Belegungen für die Theorie der Elektrostatik sowie überhaupt für die ganze Potentialtheorie von hervorragender Wichtigkeit.

Durch neuerdings publizierte Untersuchungen (Berichte der Kgl. Sächs. Ges. d. W. Math.-phys. Kl., Jahrg. 1906, S. 483—558) dürfte wohl nun außer Zweifel gesetzt sein, daß in der Theorie des logarithmischen Potentials für jedwede geschlossene Kurve die dem Innen- und Außenraum entsprechenden beiden Greenschen Belegungen reduzierbar sind auf eine einzige Belegung, auf die sogenannte „Grundbelegung", und daß Analoges auch gelte in der Theorie des Newtonschen Potentials für jedwede geschlossene Oberfläche.

Immerhin lassen die in Rede stehenden Untersuchungen bis jetzt noch vieles zu wünschen übrig. Demgemäß stellt die Gesellschaft folgende Aufgabe:

Es soll eine Arbeit geliefert werden, durch welche jene Theorie der „Grundbelegung" in bezug auf Klarheit und Strenge oder in bezug auf Umfang und Vollständigkeit wesentlich gefördert wird.

2. Für das Jahr 1911.

Es soll die Theorie des Regenbogens gefördert und insbesondere der Verteilungszustand des Lichtes mit anzugebender Genauigkeit für eine Kugel mit beliebigem Durchmesser bestimmt werden, der aber so klein sei, daß er nur wenige oder gar keine Beugungsstreifen ermöglicht, und zugleich so groß, daß er nicht gegenüber der Lichtwellenlänge vernachlässigt werden darf.

Der Preis für jede gekrönte Abhandlung beträgt M. 1500. Der Jahresbericht, der ausführlichere Mitteilungen über die gestellten Preisaufgaben enthält, ist durch den Sekretär der Gesellschaft (für das Jahr 1909 Geh. Hofrat Professor Dr. Lamprecht, Leipzig, Schillerstr. 7) zu beziehen.

Der ord. Professor für theoretische Physik an der Universität Berlin Geh. Hofrat Dr. Max Planck wird von Mitte April bis Anfang Juni Vorlesungen an der Columbia-Universität in Neuyork halten.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Habilitiert: An der Technischen Hochschule Berlin Regierungs-Baumeister Gerstmeyer für Prüfung und Untersuchung elektrischer Maschinenapparate und Konstruktionsteile für Starkstromanlagen, an der deutschen Universität Prag Dr. A. Scheller für Astrophysik, an der Universität Innsbruck Dr. Heinz v. Ficker für Meteorologie.

Berufen: Der ord. Professor der Physik an der deutschen Universität Prag Dr. Ernst Lecher in gleicher Eigenschaft an die Universität Prag (als Nachfolger von Hofrat Professor Dr. V. v. Lang, der Ende des Sommers in den Ruhestand tritt).

Ernannt: Professor E. Grimsehl zum Direktor der Oberrealschule auf der Uhlenhorst zu Hamburg, der a. o. Professor an der Technischen Hochschule München Dr. M. Kutta zum etatmäßigen Professor für angewandte Mathematik an der Universität Jena, der Lehrer an der Staatsgewerbeschule in Bielitz Wendelin Heinrich Schramm zum Adjunkten für allgemeine und analytische Chemie sowie technische Gasanalyse an der montanistischen Hochschule in Leoben, der Lektor E. F. van der Sande Bakhuyzen in Leiden zum Professor der Astronomie und Direktor der Sternwarte daselbst, Dr. Richard Prager in Berlin zum Leiter der Rechenabteilung an der Sternwarte zu Santiago de Chile, Dr. Walter Zurhellen in Bonn zum Leiter der astrophotographischen Abteilung an demselben Institut.

Verliehen: Dem Privatdozenten der Physik an der Universität Berlin Dr. Ernst Gehrcke und dem Dozenten für Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Danzig Dr.-Ing. Anton Gramberg das Prädikat Professor, dem ord. Professor für analytische Chemie an der Technischen Hochschule Berlin Dr. Georg v. Knorre der Titel Geheimer Regierungsrat, dem Professor für angewandte Thermodynamik an der Technischen Hochschule München Dr. Karl v. Linde der Titel Geheimer Hofrat, die erste Cato M. Guldberg-Medaille der Friedrichs-Universität Christiania dem früheren Professor der physikalischen Chemie an der Universität Leipzig Geheimrat Dr. Wilhelm Ostwald in Groß-Bothen, dem Direktor des Materialprüfungsamtes und Professor an der Technischen Hochschule Berlin Dr. A. Martens der Titel Geheimer Oberregierungsrat.

In den Ruhestand: Der ord. Professor der Astronomie an der Universität Heidelberg Geh. Hofrat Dr. Wilhelm Valentiner zum 1. Oktober. (Geh. Hofrat Dr. Max Wolf übernimmt alsdann die Direktion des Astronomischen Instituts der Sternwarte neben der bereits von ihm verwalteten Direktion des Astrophysikalischen Instituts.)

Gestorben: Der ord. Professor der Mathematik an der Universität Tübingen Dr. Hermann v. Stahl, der Chemiker Dr. H. Schlink in Heidelberg, der Professor der Elektrochemie am Elektrotechnischen Institut St. Petersburg Dr. Alexander Krakau.

Vorlesungsverzeichnis für das Sommersemester 1909.

Technische Hochschule Aachen.

Stark: Experimentalphysik II: Licht und Wärme, 4; Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Nordmeyer und Steubing), tägl. — **Seitz**: Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Wärme, Schall, Licht, 2. — **Bernoulli**: Elektrische Wellentelegraphie, mit Experimenten, 2. — **Nordmeyer**: Tiefe Temperaturen, ihre Herstellung und Anwendung, 1; Elektrische Entladungen in Gasen, mit Experimenten, 1. — **Polis**: Klimatologie, 2; Meteorologische Technik, 1, Übungen im Meteorologischen Observatorium. — **Bidlingmaier**: Erdmagnetische Messungen im Aachener Störungsgebiete, 1, Übungen, 2. — **Grotrian**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 8. — **Rasch**: Elektrische Bahnen, 1; Einleitung in die Elektrotechnik, 2; Konstruktionslehre der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi**: Elektromotorische Antriebe in Berg- und Hüttenwerken, 2. — **Junkers**: Wärmetechnik, 2, Übungen, 2; Maschinen-Laboratorium I, Übungen, 4, II, 1, Übungen, 4. — **Köchy**: Grundzüge des Lokomotivbaues, 1; Lokomotivbau, Übungen, 2; Eisenbahnbetriebs- und Sicherungsanlagen, 2, Übungen, 2; Eisenbahnwagenbau, 2; Allgemeine Transportanlagen, 4, Übungen, 4. — **Langer**: Maschinenelemente, einschließlich Kinematik, 1, Übungen, 5; Rotierende Kraft- und Arbeitsmaschinen, 3, Übungen, 4; Verbrennungsmaschinen, 3, Übungen, 4. — **Rötscher**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Mechanische Technologie, 3, Übungen, 2; Übungen im Laboratorium für mechanische Technologie, 2; Lasthebemaschinen, 3, Übungen, 4. — **Wallichs**: Arbeitsmaschinen, 4, Übungen, 6; Werkzeugmaschinenbau und Maschinenfabrikation, 3, Übungen, 4. — **Luts**: Abriß des Maschinenbaus, 4, Übungen, 4. —

Bredt: Organische Experimentalchemie I, 4; Übersicht über die organische Chemie, 2; Organisches Praktikum (mit Levy). — **Classen**: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Scheen, Hensen und Weise); Elektrochemisches Praktikum (mit Fischer). — **Rau**: Chemische Technologie II, 2, IV, 2; Entwerfen von chemischen Apparaten und Fabrikanlagen, Übungen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Lambris und Wornast). — **Schenck**: Physikalische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1. — **v. Kapff**: Chemische Technologie der Gespinstfasern: Färberei, Bleicherei usw., 2, Übungen, 4. —

Blumenthal: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2; Funktionentheorie und ihre Anwendungen, 2 *g*. — **Furtwängler**: Höhere Mathematik III, 3; Elemente der Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Praxis der Differentialgleichungen, *g*. — **Kötter**: Darstellende Geometrie, 4, Zeichnen, 4; Elemente der darstellenden Geometrie, 2, Zeichnen, 2. — **Reißner**: Mechanik I, 4, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1. — **Haußmann**: Markscheiden und Feldmessen, 3, Übungen, 1 Tag; Markscheiderische Zeichen- und Rechen-Übungen, 2; Ausgleichungsrechnung, 1, Übungen, 2. — **Schumann**: Praktische Geometrie I, 3, II, 2; Geodätisches Praktikum I, 1 Tag; Planzeichnen und Geodätisches Praktikum II, 4; Geographische Ortsbestimmung, 2; Eisenbahntrassieren, 2. —

Universität Basel.

A. Hagenbach: Experimentalphysik I, 6; Physikalisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl., für Anfänger (mit Veillon), 8; Demonstrationsversuche für Lehramtskandidaten, 1; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **VonderMühll**: Einleitung in die mathematische Physik, 5 (1 *g*), Übungen, 2 *g*; Ein Kapitel der mathematischen Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 2 *g*. — **Veillon**: Demonstrationsübungen über elektrische Schwingungen und Wechselströme II, 4 *g*. — **Flatt**: Pädagogisches Seminar, mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung, praktischer Kurs II, 2. — **Müller**: Über Radioaktivität und radioaktive Stoffe, 1; Über Färbetheorien, 1. —

Nietzki: Chemisches Vollpraktikum (mit Rupe und Fichter), tägl.; Chemie der aromatischen Verbindungen, 3; Chemisches Kränzchen (mit Rupe und Fichter), 1 *g*. — **Rupe**: Stereochemie, 1; Hydrozyklische Verbindungen und Terpene, 1. — **Fichter**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. — **Beuttner**: Pharmakognosie II, 2; Pharmazeutische Chemie II, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 9; Mikroskopische Übungen der Pharmakognosie II, 2. —

Fueter: Differential- und Integralrechnung II, 4; Partielle Differentialgleichungen, 2; Algebra, 2; Übungen zur Integralrechnung, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Riggenbach**: Populäre Astronomie des Planetensystems, 2. — **Spieß**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4. —

Universität Berlin.

Rubens: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 5, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, $1\frac{1}{2}$ *g*; Arbeiten im physikalischen Laboratorium (mit Wehnelt), tägl. — **Planck**: System der gesamten Physik, 4; Mathematisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Wehnelt**: Physikalisches Praktikum für Anfänger II (mit Blasius), 7; Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten, 3, Theoretische Ergänzungen, 1 *g*. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Drahtlose Telegraphie und Telephonie, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium, 4 Tage. — **Warburg**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Physik, 2. — **Blasius**: Physikalischer Kursus für Mediziner, $3\frac{1}{2}$; Praktische Übungen für Anfänger I: Mechanik, Akustik, Wärme, Optik (mit Wehnelt), 7, Übungen, 1 *g*. — **Neesen**: Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie (Theorie), 1 *g*. — **E. Meyer**: Technische Physik der Verbrennungskraftmaschinen, 2. — **Krigar-Menzel**: Theoretische Physik IV: Optik, 4. — **Weinstein**: Mathematische Physik: Optik und Elektrizitätslehre, 3; Materialismus und Idealismus in der Naturwissenschaft, 1 *g*. — **Martens**: Ausgewählte Kapitel aus der experimentellen Elektrizitätslehre, 2. — **Börnstein**: Experimentalphysik II, 3; Physikalisches Praktikum für Chemiker, 3; Übungen in Herstellung und Gebrauch physikalischer Unterrichtsapparate, 4; Physikalische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Fock**: Einführung in die Atomtheorie, 1; Elemente der Kristallographie, 1. — **Gehrcke**: Ausgewählte Kapitel aus der neueren Optik, 1. — **Grüneisen**: Flüssigkeitswellen, 1 *g*. — **Laue**: Elektronentheorie, 3 *g*. — **Kiebitz**: Atmosphärische Elektrizität, 1. — **Hahn**: Chemische Tatsachen und Fragen im Lichte der radioaktiven Erscheinungen, 1. — **Henning**: Einführung in die Theorie der Kapillarität, 1 *g*. — **v. Baeyer**: Kinetische Gastheorie, 1. — **Hellmann**: Theorie und Ge-

brauch der meteorologischen Instrumente, 2; Klimatologische Übungen für Vorgerücktere, 1 *g*; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*. — **Schmidt**: Ozeanographie, 2; Energiehaushalt der Erde, 1 *g*; Geophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Leß**: Einführung in die Klimatologie, 1; Über die jeweiligen Witterungsvorgänge, 1 *g*. — **Scheffer**: Angewandte wissenschaftliche Photographie, mit praktischen Übungen, 1. —

E. Fischer: Praktische Arbeiten im chemischen Universitätslaboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Stock, O. Diels, F. Fischer und Stähler), tägl. — **Nernst**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Physiko-chemisches Kolloquium (mit Sand), 1 *g*; Thermodynamik chemischer Prozesse, 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium: a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) physiko-chemische Übungen, 7, c) physiko-chemische Arbeiten (mit Sand und v. Wartenberg), tägl. — **van't Hoff**: Ausgewählte Kapitel der allgemeinen Chemie, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Technologie für Chemiker, mit Experimenten und Exkursionen, 4; Chemische Übungen, tägl.: Anleitung zu chemisch-technischen Untersuchungen: Methoden der chemischen Technik, tägl. — **Pinner**: Anorganische Experimentalchemie, 6; Organische Experimentalchemie, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie, 5; Experimentalübungen im organischen Laboratorium, tägl. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Grundzüge der Nahrungsmittelchemie und Harnanalyse, $1^1/_2$; Praktische Übungen in der chemischen Analyse, in der Prüfung und Wertbestimmung von Arzneimitteln, in der Nahrungsmittelchemie (mit Mannich), tägl. — **Biedermann**: Chemie und Technologie der Sprengstoffe, 2. — **Gabriel**: Organische Experimentalchemie, 5. — **Sand**: Physikalisch-chemische Rechenübungen (mit v. Wartenberg), 1 *g*; Neuere elektrochemische Arbeiten, 1. — **Schotten**: Chemie der Ernährung, 2. — **Marckwald**: Stereochemie, 1. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer und Koppel), tägl.; Übungen in der Experimentalchemie (mit Koppel), 8; Praktische Übungen in der Gas- und Maßanalyse, 4. — **Traube**: Qualitative chemische Analyse, 1. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, mit Berücksichtigung der einschlägigen Gesetzgebung, 4. — **R. J. Meyer**: Chemie der selteneren Elemente, mit Experimenten, 1. — **Buchner**: Überblick der organischen Experimentalchemie, 3; Die Gärungstheorien, mit Experimenten, 1 *g*; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum (mit Meisenheimer), tägl. — **Pschorr**: Chemie der Alkaloide, 1. — **Spiegel**: Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung bei Arzneimitteln und Giften, 1 *g*. — **Neuberg**: Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Salkowski), 6; Die chemischen Vorgänge im Tierkörper, 1 *g*. — **Sachs**: Chemie der Farbstoffe, 1. — **Koppel**: Kolloquium zur Einführung in die allgemeine und physikalische Chemie, 1. — **O. Diels**: Die wichtigsten Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Stock**: Repetitorium der anorganischen Chemie, spezieller Teil: Besprechung der einzelnen Elemente, 1. — **Meisenheimer**: Anleitung zu chemischen Schulversuchen, 2. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **F. Fischer**: Grundzüge der physikalischen Chemie, 1. — **Byk**: Physikalische Chemie der photographischen Prozesse, 1. — **Großmann**: Die Grundzüge der chemischen Technik und ihre Bedeutung für das deutsche Wirtschaftsleben, 2; Besprechung chemisch-technischer und wirtschaftlicher Tagesfragen, 1. — **Löb**: Elektrochemie I, 1; Physikalische Biochemie I, 1 *g*; Physiologisch-chemische Arbeiten, tägl. — **Köthner**: Pioniere der Wissenschaft, 1. — **Ehrlich**: Die chemischen Vorgänge in der Pflanze, 1; Technische Gasanalyse und Kalorimetrie, mit praktischen Übungen, 2. — **Mannich**: Qualitative chemische Analyse unter Berücksichtigung der Methoden des Arzneibuchs, 1; Quantitative chemische Analyse unter Berücksichtigung der Methoden des Arzneibuchs, 1; Die chemische Prüfung der Arzneimittel, 1. — **Stähler**: Neuere Fortschritte in der anorganischen Chemie, 1. — **Houben**: Chemische Entdeckungen und ihre Geschichte, 1 *g*. — **Weigert**: Theorie chemisch-technischer Prozesse, 1. —

Schwarz: Integralrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Theorie der analytischen Funktionen I, 4; Elementargeometrische Behandlung einiger Aufgaben des Maximums und Minimums, 2 *g*; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Frobenius und Schottky), 2 *g*. — **Frobenius**: Theorie der algebraischen Gleichungen II, 4. — **Schottky**: Theorie der elliptischen Funktionen, 4; Potentialtheorie, 2. — **Knoblauch**: Theorie der Raumkurven und der krummen Flächen II, 4; Analytische Geometrie, 4; Theorie der Strahlensysteme, 1 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Hettner**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Theorie der Beobachtungsfehler, 2. — **Schur**: Theorie der algebraischen Zahlen und der Ideale, 4; Einleitung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4. — **Foerster**: Theorie und Kritik der Zeitmessung, 2; Geschichte der alten Astronomie, 2 *g*; Wahrheit und Wahrscheinlichkeit, 1 *g*. — **Helmert**: Trigonometrisches Höhenmessen, 1; Geodätische Dreiecke, 1 *g*. — **Struve**: Praktische Astronomie, mit Übungen an den Instrumenten, 3. — **Scheiner**: Photometrische Grundlehren, 1; Astrophysikalisches Kolloquium, 1 *g*. — **Marcuse**: Theorie und Anwendung astronomischer Instrumente, besonders für geographische Ortsbestimmungen, mit Exkursionen und Demonstrationen, 2; Einführung in die astronomische Geographie und kosmische Physik, $1^1/_2$. —

Technische Hochschule Berlin.

F. Dolezalek: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4; Physikalische Chemie, 2. — **Kurlbaum**: Experimentalphysik, 4; Physikalische Übungen, 4. — **Kalischer**: Elektromagnetismus und Induktion mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik, 4; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik I, 2. — **Krigar-Menzel**: Theorie des Lichtes, 4; Theorie der Wärmeleitung und der Strahlung, 2. — **Gleichen**: Einführung in die praktische Optik und Anleitung zur Konstruktion optischer, photographisch-optischer und ophthalmologischer Instrumente, 2. — **Groß**: Mechanische Wärmetheorie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Wärmetheorie, 2; Einleitung in die Potentialtheorie, 2; Theorie des Galvanismus, 2; Gastheorie, 2; Grundzüge der Energetik, 2. — **Felgentraeger**: Maß- und Gewichtswesen II, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, Übungen, 4. — **Glatzel**: Meßapparate und Meßmethoden der drahtlosen Telegraphie mit Demonstrationen, 1. — **Servus**: Geometrische Optik und Berechnung photographischer Objektive, 2; Die partiellen Differentialgleichungen und ihre Bedeutung in der Physik, 4. — **Kaßner**: Die meteorologischen Grundlagen des Hoch- und Städtebaues: Blitzableiter, Windfahnen, Wettersäulen usw., 1. — **Slaby**: Elektromechanik, 4; Funkentelegraphie, 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium (mit W. Wedding), 4 Tage. — **Klingenberg**: Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4. — **W. Reichel**: Einführung in die Elektrotechnik, 2, Übungen, 2; Elektromaschinenbau, 4, Übungen, 8; Übungen im elektrotechnischen Versuchsfelde, 4; Elektrische Kraftanlagen und Bahnen, 2, Übungen, 4. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **W. Wedding**: Übungen in Elektromechanik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Beleuchtungstechnik, 2. — **Benischke**: Wechselstromtechnik, 4. — **Breslauer**: Berechnung und Prüfung elektrischer Maschinen nach den in der Praxis herrschenden Gepflogenheiten, 2. — **Kallmann**: Betriebstechnik für Elektrizitätswerke und Straßenbahnen, 2; Elektrische Einrichtungen moderner Zentralen und Leitungsnetze, 1. — **v. Koch**: Kollektormotoren für Einphasen-Wechselstrom, 2. — **Zehme**: Wechselstrom-Bahnen, 2. — **Frölich**: Einleitung in die Elektrotechnik für Chemiker, 1. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **Josse**: Übungen im Maschinenlaboratorium I, 3, II, 6, III, 8. — **Kammerer**: Maschinenelemente, Übungen, 8; Hebemaschinen, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 4; Entwerfen von schwierigeren Hebemaschinen, von Maschinen zu Verkehrsanlagen für staatliche, kommunale und industrielle Betriebe, 4. — **Leist**: Technik der Kälteerzeugung, 4; Mechanik I, 4, Übungen, 2. — **Ludewig**: Wasserkraftmaschinen, einschließlich Zentrifugalpumpen, Übungen, 4; Dampfkessel, 2, Übungen, 4. — **Martens**: Materialprüfungswesen, mit Übungen im Materialprüfungsamt, 4. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen und Festigkeits-Laboratorium, 3; Technische Physik der Verbrennungs-Kraftmaschinen, 2. — **Obergethmann**: Lokomotiven und Triebwagen, Bau und Unterhaltung, 2; Eisenbahnbetrieb, Oberbau und Signal-

wesen, 2; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 4. — **E. Reichel**: Einleitung in den Maschinenbau, 2, Übungen, 6; Wasserkraftmaschinen, einschließlich Zentrifugalpumpen, 1, Übungen, 4. — **Riedler**: Arbeitsmaschinen, 4; Entwerfen von Arbeitsmaschinen und Verbrennungsmaschinen, 4. — **Schlesinger**: Werkzeugmaschinen, 2, Übungen, 4; Fabrikbetriebe, mit Seminar, 2, Übungen, 4. — **Schuberg**: Mechanische Technologie, 2; Maschinenelemente, 1, Übungen im Maschinenzeichnen, 3; Baukonstruktionslehre, 2, Übungen, 4; Konstruktionsübungen für Chemiker I, 2, Übungen, 3. — **Stumpf**: Dampfturbinen, 4, Übungen, 8. — **Wehage**: Angewandte Dynamik, 2; Angewandte Hydraulik, 2. — **Franke**: Instrumenten- und Apparatenbau, 1. — **v. Hanffstengel**: Förderanlagen, 2. — **Heinel**: Die Maschinen zur Gas-Verdichtung und Verflüssigung, insbesondere die Kälteerzeugungsmaschinen, 2. —

v. Buchka: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Erdmann**: Experimentalchemie II, 4; Abriß der Experimentalchemie, 2; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl. — **Holde**: Untersuchung der Kohlenwasserstofföle und verwandter Produkte: Schmieröle, Treiböle, Leuchtöle, Paraffin, Ceresin, Asphalt usw., 2. — **v. Knorre**: Analytische Chemie: Qualitative Analyse, 2; Praktische Arbeiten im elektrochemischen Laboratorium, tägl.; Angewandte Elektrochemie: Elektrometallurgie, Galvanoplastik und Galvanostegie, quantitative Analyse durch Elektrolyse, 4. — **Liebermann**: Organische Chemie II; Aromatische Reihe, zyklische Verbindungen, Farbstoffe, Alkaloide usw., 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Photochemie und photomechanische Prozesse, 2; Konstruktionstypen photographisch-optischer Instrumente, 1; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16. — **Traube**: Thermochemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Radioaktivität und Elektronentheorie, 1. — **Witt**: Chemische Technologie I: Technologie der Wärme und des Wassers, Technologie der anorganischen Verbindungen (chemische Großindustrie), 4; Glas, Keramik, Apparatenkunde, 4; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Institut, tägl. — **Arndt**: Kolloquium über physikalische Chemie, 1; Einführung in die physikalische Chemie, 2; Technische Anwendungen der physikalischen Chemie, 1. — **Binz**: Veredlung der Textilfasern I: Die Rohfasern, Bleicherei, Mercerisation, 1. — **Börnstein**: Verbrennung und Heizung, 1. — **Byk**: Chemie der photographischen Prozesse, 1. — **Hauser**: Einführung in die mathematische Behandlung chemischer Probleme, 2; Kolloquium über anorganische und analytische Chemie, 2. — **Junghahn**: Technologie der Proteinstoffe: Albumine, 2. — **Jurisch**: Übungen im Entwerfen von chemischen Anlagen, 4; Luftrecht, 1. — **Lehmann**: Die Entwickelung der Farbenphotographie, 1. — **Simonis**: Repetitorium der organischen Chemie (in Form von Kolloquien), 2; Qualitative und quantitative Analyse organischer Verbindungen, 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Ullmann**: Ausgewählte Kapitel aus der Farbenindustrie, 1. — **Voswinckel**: Terpene und Kampfer, 1. — **Wolffenstein**: Analyse und Synthese der organischen Chemie (Ausgewählte Kapitel), 2. —

Dziobek: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Mechanik, 4. — **Hettner**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Differentialgleichungen, 2. — **Jolles**: Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Steinitz**: Niedere Analysis und Algebra, 2; Variationsrechnung, 2; Funktionentheorie II, 2; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 2. — **Crans**: Variationsrechnung, 2. — **Fuchs**: Ausgewählte Kapitel aus der Funktionentheorie, 2. — **E. Meyer**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 4. — **Salkowski**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Wallenberg**: Repetitorium der höheren Mathematik: Differential- und Integralrechnung, sowie analytische Geometrie I, 2. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4 und 2; Geodätisches Praktikum II, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Planzeichnen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Optik, 6; Wärmelehre (Schluß), 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, für Vorgerückte, nach Verabredung, für Anfänger, 4; Photographischer Kurs, 2. — **Gruner**: Analytische Mechanik, 3, Übungen, 1; Elektronentheorie I, 2; Vektoranalysis, 1; Physikalisches Kolloquium, 1 Abend. — **Blattner**: Elektrotechnik II, 2. — **Briner**: Theoretische und praktische Elektrochemie, 2. —

Friedheim: Experimentalchemie: Spezielle anorganische Chemie, 5; Qualitative und quantitative Analyse: Metalloide, 2; Chemische Technologie der Brennstoffe und landwirtschaftlichen Gewerbe, mit Exkursionen, 1½; Anorganisch-chemisches Praktikum, für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Übungen in der technischen Gasanalyse. — **v. Kostanecki**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Tambor**: Einführung in die Chemie der organischen Farbstoffe, 2; Repetitorium der Chemie der karbo- und heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Lampe**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Mai**: Anorganisch-chemische Arbeiten; Repetitorium der anorganischen Chemie, 1; Kolloquium über qualitative Analyse, 1. — **Ephraim**: Kolloquium über Themata aus der anorganischen Chemie, 1½; Die modernen Grundlagen der Chemie I, 1½; Theoretische Einführung in die Laboratoriumsarbeiten über qualitative Analyse, für Anfänger, 1. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel I, 2; Praktikum für Lebensmitteluntersuchung. — **Woker**: Die Theorien der physikalischen Chemie in ihrer Anwendung auf die Biologie, 2; Quellen und Entwicklung der Lehre von der Reaktionsbeschleunigung durch Fremdstoffe (einschließlich der induzierten Reaktionen), 2. —

Graf: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Differential- und Integralrechnung, 2; Differentialgleichungen, 2; Funktionentheorie, 2; Repetitorium der Mathematik, 4; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), 2. — **Ott**: Algebraische Analysis I, 2; Differentialrechnung, 2; Analytische Geometrie der Ebene I, 2. — **Huber**: Sphärische Astronomie II, 2; Analytische Geometrie des Raumes, mit Theorie der Flächen zweiten Grades, 3; Theorie der Enveloppen und Brennlinien, 2; Mathematisches Seminar (geometrisch-astronomische Richtung) (mit Graf), 1. — **Bentell**: Elemente der darstellenden Geometrie, 4; Praktische Geometrie, 3. — **Crelier**: Zentralprojektion, 2; Synthetische Geometrie: Die Flächen des 2. Grades, 2. — **Moser**: Überlebensversicherung; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar, 1—2. — **Bohren**: Variationsrechnung, 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl., für Anfänger (mit Eversheim), 8; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Eversheim**: Ausgewählte Kapitel aus der Optik, 1; Die Elektrizität, ihre physikalische Grundlage und ihre Anwendung, 1 *g*. — **Pflüger**: Theorie des Lichtes, 4, Übungen, 1 *g*. — **Bucherer**: Elemente der Elektronentheorie, 1. —

Anschütz: Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. außer Sonnabend. — **Rimbach**: Ausgewählte Kapitel der speziellen anorganischen Chemie II (seltenere Metalle), 1 *g*; Physikalische Chemie II: Thermochemie und Elektrochemie, mit mathematischen Ergänzungsstunden, 2; Spezielle Methoden der quantitativen chemischen Analyse: Maß-, Gas- und Elektroanalyse, 2; Übungen in physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*; Gasanalytische Übungen (mit Gewecke), 2 *g*. — **Schroeter**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Fettkörper oder azyklischen Kohlenstoffverbindungen, 3. — **Gewecke**: Polarimetrie und Refraktometrie und ihre Anwendungen in der Chemie, mit Übungen, 1; Übungen in einfachen chemischen Unterrichtsversuchen, 2 *g*. — **Meerwein**: Präparative und analytische Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Frerichs**: Pharmazeutische Che-

mie II (organisch), 3, III: Zyklische organische Verbindungen, 1 *g*; Arzneimittelprüfung, 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, 1. — **Mannheim**: Chemie der Drogen und Pflanzenstoffe, 2; Übungen in Wasser- und Harnanalyse, tägl. *g*. — **Kippenberger**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, 2; Chemische Technologie, organischer Teil (ausschließlich der Farbstoffchemie), 2; Besprechung technisch-chemischer Betriebskontrollen, 1 *g*. — **Laar**: Photographische Negativ-Verfahren, mit chemischen Ergänzungsstunden, 1; Übungen in den seltener angewandten photographischen Verfahren, *g*. —

London: Elemente der Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Axonometrie und Perspektive mit Zeichenübungen, 2. — **Study**: Anwendungen der Differential- und Integralrechnung auf Geometrie, 4; Einleitung in die Invariantentheorie, 1 *g*; Mathematisches Seminar: Oberstufe (mit Kowalewski, London, Carathéodory, Hessenberg), 14tägig, 2 *g*. — **Kowalewski**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 3, Übungen, 1 *g*; Differentialgleichungen, 4; Die Methode der unendlich vielen Veränderlichen, 1; Mathematisches Seminar: Mittelstufe (mit Carathéodory, Hessenberg), 14tägig, 2 *g*. — **Hessenberg**: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4. — **Carathéodory**: Variationsrechnung, 4. — **Müller**: Einführung in die Geodäsie, mit Übungen, 2 *g*. — **Mönnichmeyer**: Geographische Ortsbestimmungen, 2. — **Küstner**: Definitive Bahnbestimmungen der Kometen und Planeten, 3; Astronomisches Kolloquium, 2 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), tägl. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Zenneck: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 4; Physikalisches Praktikum (mit Rau); Theorie des elektromagnetischen Feldes II, 1; Mechanische Wärmetheorie, 3; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Peukert**: Elektrotechnik, 4; Elektromotoren, 2; Grundzüge der Elektrochemie, 2; Blitzableiter und elektrische Sprengmethoden, 2; Elektrotechnisches Praktikum (mit Wasmus), 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wasmus). — **Brünig**: Elektromechanische Konstruktionen, 2, Übungen, 2. — **Mosler**: Die Funkentelegraphie, 2; Elektrische Kraftübertragung, 1; Einführung in die Automobiltechnik, 1. — **Franke**: Dampfmaschinenbau, 4, Übungen (mit Göpfert), 8; Pumpmaschinenbau, Gebläse- und Kompressorenbau, 4, Übungen (mit Göpfert), 8. — **Friedmann**: Theorie und Konstruktion der hydraulischen Motoren, 4, Übungen (mit Müller), 4; Maschinenelemente, 4, Übungen (mit Müller), 10; Grundzüge des Maschinenbaues, 2. — **Denecke**: Betriebsmittel für Straßen- und Eisenbahnen, 2; Berechnung und Bau der Hebemaschinen, 2, Übungen, 4; Eisenbahnmaschinenbau, 2, Übungen, 4; Maschinenzeichnen, Übungen, 6; Technisches Zeichnen, Übungen, 4. — **Schöttler**: Festigkeitslehre, 2; Kinematik, 1; Angewandte Wärmemechanik, 3; Theoretische Maschinenlehre, Übungen, 3; Arbeiten im mechanischen Laboratorium II (mit Maercks und Zacharias). —

R. Meyer: Organische Experimentalchemie, 6; Chemische Technologie der Faserstoffe, 1; Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Biehringer und Posner); Chemisches Kolloquium (mit Baur), *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Chemisch-technische Rechnungen, 1; Heizstoffe und Kesselspeisewasser, 2. — **Baur**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie I, 4; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie (mit Sichling). — **Reinke**: Chemische Technologie II 2, 4, Übungen, monatlich 2 *g*; Chemisch-technische Analyse II für Zucker-, Stärke-, Gärungs- und Molkereitechnik, 2; Betriebsstörungen in der Zucker-, Stärke-, Gärungs- und Molkereitechnik, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe (mit Rinckleben). — **Beckurts**: Abwässerreinigung, 1; Wasser- und Harnuntersuchung, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie (mit Frerichs und Emde). — **Troeger**: Analytische Chemie, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2; Gasanalyse, 1. —

Fricke: Analytische Geometrie und Algebra, 2; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2; Vektorentheorie, 2; Ausgewählte Kapitel der analytischen Mechanik, 2. — **Timerding**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 4. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Schlink**: Technische Mechanik I: Statik, 6, Übungen und Repetitionen, 3, III: Hydraulik, 4, Übungen und Repetitionen, 2. — **Hohenner**: Geodäsie II, 3, Übungen, 1; Grundzüge der sphärischen Astronomie (direkte astronomische Bestimmung der geographischen Koordinaten und des Azimuts), 2, Übungen, 2; Vermessungsübungen I, 5, II, 9; Planzeichnen, Übungen, 2. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Pringsheim und Schaefer), 2 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schaefer und Waetzmann), 3 oder 6, für Pharmazeuten, 3, für Geübtere (mit Pringsheim und Schaefer), tägl. — **Pringsheim**: Theoretische Physik II: Mechanik deformierbarer Körper (Elastizitätslehre, Hydromechanik, Akustik), 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Schaefer**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, zugleich Einführung in die theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik, 4. — **Waetzmann**: Interferenz und Polarisation des Lichtes, 2. — **Riesenfeld**: Photographisches Praktikum, 2; Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*. — **v. d. Borne**: Theorie und Praxis der Luftschiffahrt, 2, Übungen, *g*; Witterungskunde, 1. —

Ladenburg: Allgemeine Experimentalchemie, 6; Chemisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Praktisch-chemische Übungen für Chemiker (mit Abegg), ganz- und halbtägig, für Mediziner (mit Herz), 4, für Landwirte, 6. — **Gadamer**: Anorganische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6. — **Abegg**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, mit mathematischen Ergänzungsstunden, 2; Darstellungsprinzipien chemischer Verbindungen, 1 *g*; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1½ *g*; Übungen zur Thermodynamik (mit Sackur), 1 *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Sackur), 3. — **Ahrens**: Technologie des Holz-, Braunkohlen- und Steinkohlenteers nebst Fabrikation von Zwischen- und Endprodukten (Farbstoffe), 4; Gasanalyse mit Experimenten, 1 *g*; Praktische Übungen und Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, 10; Landwirtschaftliche Technologie II: Gärungsgewerbe, 2. — **Herz**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Die physikalischen und chemischen Grundlagen der analytischen Chemie, 2; Geschichte der Chemie, 1. — **Sackur**: Thermochemie und Thermodynamik, 2; Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Metalle und Amalgame, 2. — **Fischer**: Biochemie, 2. — **Feist**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 2; Qualitative Analyse, 1 *g*; Chemisches Repetitorium, 4. — **Löffler**: Stereochemie, 2. —

Kneser: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 2; Integralgleichungen, 2, Übungen, 2 *g*. — **Sturm**: Theorie der geometrischen Verwandtschaften I, 4; Darstellende Geometrie und graphische Statik, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Rosanes**: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 1 *g*. — **Franz**: Theorie der Rotation, Gleichgewichtsfigur, Präzession, Nutation und Libration der Himmelskörper unter dem Einfluß der allgemeinen Gravitation, 4; Theorie der astronomischen Instrumente, 1 *g*; Kleines astronomisches Praktikum, 2; Größeres astronomisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. —

Universität Czernowitz.

v. Geitler: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger II, a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*; Wellenlehre, 2 *g*. — **Radakovic**: Wärmelehre, 5; Seminar für mathematische Physik, 2 *g*; Proseminar für mathematische Physik, 2 *g*. —

Pomeranz: Allgemeine Chemie II, 5; Pharmazeutische Chemie, 3; Chemische Übungen für Vorgeschrittene, 20, für Anfänger, 15. —

Plemelj: Differential- und Integralrechnung mit Anwendungen, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. —

Technische Hochschule Danzig.

Wien: Experimentalphysik II, 4; Kleines physikalisches Praktikum, 4; Großes physikalisches Praktikum, tägl.; Elektronen, 1 *g*. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum, 1; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik mit praktischen Anwendungen, 1 *g*; Photographie- und Lichtpausverfahren, 1, Übungen, 3; Arbeiten im photographischen Laboratorium, 3. — **Roeßler**: Elektrotechnik I, 4, Laboratorium, 4, II, 2, Laboratorium II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen, 1, Übungen, 4. — **Grix**: Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 4; Berechnung elektrischer Leitungsnetze, 2. — **Jahn**: Eisenbahnmaschinenbau, 4, Übungen, 4; Eisenbahnwerkstätten, 2; Dampfkessel, 2, Übungen, 3; Enzyklopädie des Eisenbahnmaschinenwesens, 2; Abriß der Kraftmaschinen, Kessel und Pumpen, Übungen, 2. — **Schulze-Pillot**: Maschinenelemente, 2, Übungen, 8 und 4; Kraft- und Arbeitsmaschinen mit Kreiselrädern, 4, Übungen, 4; Kraftanlagen und Energieverteilung, 2, Übungen, 2. — **Aumund**: Einführung in den Maschinenbau, 2 und 1, Übungen, 5 und 4; Kranbau, 2, Übungen, 4; Pumpen und Baumaschinen, 2, Übungen, 2. — **Prinz**: Abriß der Materialien und Herstellungsverfahren, 2; Kolben-Arbeitsmaschinen, 2, Übungen, 2; Herstellungsverfahren, 2, Übungen, 2; Werkstattbetrieb und Fabrikorganisation, 2, Übungen, 4. — **Wagener**: Wärmemechanik, 2; Maschinenlaboratorium I und II, 4; Kolbenkraftmaschinen, 4 u. 2, Übungen, 4. — **Gramberg**: Mechanische Meßinstrumente und Maschinenuntersuchungen, 2; Heizung und Lüftung, 2. —

Ruff: Anorganisch-chemische Technologie, 3, III: Technische Elektrochemie, 1; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Praktikum im anorganisch-chemischen Laboratorium, 49; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, 49. — **Wohl**: Organisch-chemische Technologie, 3; Untersuchung von Heizstoffen und Gasanalyse, Übungen, 3; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium, 49; Praktikum im Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, 49. — **N. N.**: Physikalische Chemie I und II, 3; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4. — **Plato**: Qualitative chemische Analyse, 2. —

Lorenz: Einführung in die Mechanik, 4, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Mechanik, 2 *g*. — **v. Mangoldt**: Höhere Mathematik I, 5. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 3. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Einführung in die höhere Mathematik, 5; Spezielle ebene und räumliche Kurven, 1 *g*. — **Eggert**: Niedere Geodäsie, Übungen, 2; Praktische Übungen im Feldmessen, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätisches Praktikum I und II, 2; Geographische Ortsbestimmung, 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrostatik, Elektrische Ströme, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik (mit Zeißig); Elektrische Schwingungen und elektrische Wellen, Maxwells Theorie der Elektrizität, 2. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrostatik, Elektrische Ströme, 4; Repetitorium der Experimentalphysik, 1. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente II, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Fritsch**: Photographische Übungen, 2; Radioaktivität, 1 *g*. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I: Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde I, 2; Grundzüge der Telegraphie und Telephonie, 2; Radiotelegraphisches Praktikum, ½ Tag. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II: Theorie und praktische Verwendung von Gleich- und Wechselstrommaschinen, 4, Übungen (mit Petersen), 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Wirtz, Sengel), tägl.; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende; Übungen im Hochspannungslaboratorium (mit Petersen), 2. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 3, Übungen, 3; Elektrische Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. — **Petersen**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Gleichstrom- und Wechselstromtechnik, 1; Grundzüge der Hochspannungstechnik, 1. — **Goldschmidt**: Elektrischer Antrieb von Hebemaschinen und industrielle elektrische Betriebe, 2. — **v. Roeßler**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2; Papierprüfung, 1, Übungen, 3; Werkzeugmaschinen: Metallbearbeitung, Übungen, 3, Holzbearbeitung, Übungen, 3; Hüttenmaschinen, 2. — **Lincke**: Maschinenelemente, 6, Konstruktionsübungen, 9. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre, 3; Eisenbahnmaschinenbau I, 3, II, 2; Konstruktions-Übungen zu Eisenbahn-Maschinenbau und Gasmotoren, 3; Maschinenbau-Praktikum III, 3. — **Gutermuth**: Pumpmaschinen, 4; Maschinen-Anlagen und ihre Berechnung, 2; Konstruktionsübungen, 6; Maschinenbau-Praktikum I, 3. — **Pfarr**: Regulatoren zu Wasserkraftmaschinen, 1; Fabrikanlagen, 2; Konstruktionsübungen zu Wasserkraftmaschinen, 6; Maschinenbau-Praktikum V, 3; Hydraulik, 2, Übungen, 1. — **Koehler**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 3; Lasthebemaschinen, 2, Übungen, 3; Förderanlagen für Massengüter, 1; Dampfkessel, 2. —

Staedel: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum (mit Kolb, D'Ans und Schaeffer), tägl. außer Sonnabend. — **Finger**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Alkaloide, 2; Teerfarbstoffe, 4; Praktikum für organische Chemie (mit Schwalbe), tägl. außer Sonnabend; Farbstoff- und Färberei-Praktikum (mit Schwalbe). — **Kolb**: Analytische Chemie I, 2; Methoden der organischen Analyse, 1; Kolloquium über anorganische Chemie, 1. — **Schwalbe**: Organische Experimentalchemie, einschließlich Zellulosechemie und Teerfarbstoffe, 4; Organisch-chemisches Praktikum; Färberei-Praktikum. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 2, Organischer Teil, Repetitorium, 1; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmakognosie, 1, Übungen, 1. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 2; Metallurgie, 2; Elektrochemisches Kolloquium (mit Neumann), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Elektrochemiker (mit Neumann, Moldenhauer und Brodal), tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum (mit Neumann, Moldenhauer und Brodal), tägl. außer Sonnabend; Chemisch-technisches Praktikum (mit Neumann und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend. — **Neumann**: Hüttenmännische Probierkunst, mit Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie, 1. — **Moldenhauer**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Elektrochemie, 1 *g*; Elektrochemische Übungen, 3 *g*; Die Methoden der chemisch-technischen Analyse, 1 *g*. — **Vaubel**: Theoretische Chemie II, 2, Übungen, 3; Stöchiometrische Berechnungen, 1; Die maschinellen Hilfsmittel der chemischen Technik, 1½; Photochemie, 1. —

Graefe: Repetitorium der Elementar-Mathematik, 3, Übungen, 2; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der höheren Mathematik, 2. — **Horn**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 5, Übungen, 3; Variationsrechnung, 3. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 3, II, 2, Übungen, 1. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Synthetische Geometrie: Elementare und projektive Geometrie in organischer Verbindung, 2—3; Arbeiten im mathematischen Institut (mit Gay), 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Raumkurven und Flächen, 3. — **Fenner**: Geodäsie, 4; Geodätische Übungen I, 2 Nachmittage: Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen A, 4. — **Gasser**: Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Geodätische Übungen II, 2 Nachmittage; Ausarbeitung der geodätischen Vermessungen B, 2; Astronomische Ortsbestimmung, 1½ *g*. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik I, 6; Ausgewählte Kapitel der Mechanik, 1; Keine Kinematik, 2. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik II: Elektrizität II, Optik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Toepler) I, 6 oder 3, II, einschließlich Laboratoriumstechnik, für Fortgeschrittene, 9, für größere physikalische Arbeiten, 20. — **Toepler**: Über den Gaszustand: Kinetische Gastheorie, 2. — **Luther**: Geschichte der Photographie, 1 *g*; Photographische Optik in elementarer Darstellung, 1; Photographisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, 4 oder 8. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik I, 3; Theorie des Wechselstromes I, 4; Elektrotechnisches Praktikum für Anfänger, 4; Elektro-

technische Übungen für Geübtere, 8; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, 20. — **Kübler**: Elektromaschinenbau I: Elektrotechnische Konstruktionselemente, normale Transformatoren, Dynamos und Motoren, 2, III: Übertragung elektrischer Arbeit auf Fahrzeuge und ortsfeste Anlagen einschließlich der Vorrichtungen für Verteilung und Regelung, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 12 und 4. — **Ulbricht**: Eisenbahnsignalwesen und elektrische Eisenbahneinrichtungen, 3 *g*. — **Brion**: Theorie und Anwendung des magnetischen Kreises, 1. — **Buhle**: Maschinenelemente, 5, Maschinenkonstruieren, 10 und 4; Abriß der Maschinenelemente, 2; Landtransportmittel (ausgewählte Kapitel), 2; Hebe- und Transportmaschinen (Fortsetzung), 2, Maschinenkonstruieren, 10 bzw. 5. — **Fischer**: Allgemeine Maschinenlehre: Kraftmaschinen, 4; Technisches Zeichnen, 4, Skizzieren: Modellaufnahme und Perspektive, Übungen, 4; Appreturmaschinen, 2. — **Hundhausen**: Maschinenfabrikation, mit Demonstrationen, 2; Fabrikanlagen, 2; Entwerfen von Bearbeitungsmaschinen und Fabrikationseinrichtungen, und Übungen, 5; Selbständige Arbeiten in der Maschinenlehrausstellung, 20. — **Lewicki**: Dampfkessel und Überhitzer, 3; Kreiselradmaschinen II: Dampfturbinen, 3; Maschinenkonstruieren, 6; Skizzieren von Maschinenteilen nach dem Gedächtnis, 1 *g*. — **Mollier**: Technische Wärmelehre, 4, Übungen, 1; Kältemaschinen, 2; Übungen im Maschinenlaboratorium für Anfänger, 6, für Fortgeschrittene, 6; Übungen zur Kinematik, 3; Selbständige Arbeiten im Maschinenlaboratorium (mit Nägel), 24. — **Müller**: Allgemeine mechanische Technologie I, 3, Müllerei, 2; Praktikum für die Faserstofftechnik, für Fortgeschrittenere, 20, für Anfänger, 12. — **Nägel**: Dampfmaschinen I, 4; Pumpen und Gebläse, 2; Maschinenkonstruieren, 6. — **Scheit**: Untersuchung von Baumaterialien II, Übungen, 3; Festigkeitslehre, 4; Arbeiten in der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt, 24. —

Hempel: Anorganische Experimentalchemie, 6; Anorganisch-chemisches Praktikum: Qualitative Analyse, 12, Quantitative Analyse, technische Titriermethoden, Gasanalyse, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Dietz**: Die chemische Technologie der Mörtel und Zemente, 1; Die chemische Technologie des Glases, 1. — **Foerster**: Physikalische Chemie I, zugleich Einführung in die Elektrochemie, 3; Elektrische Öfen, 1; Praktikum für Elektrochemie, 12, für größere Arbeiten, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Lottermoser**: Chemie der Kolloide, 1. — **v. Meyer**: Organisch-technische Chemie: Chemische Technologie der Kohlehydrate, Gärungsgewerbe, Erdöl, ätherische Öle, 3; Geschichte der chemischen Industrie, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Möhlau**: Chemie und chemische Technologie der organischen Farbstoffe, 5; Praktikum für Farbenchemie, 12; Praktikum für Farbenchemie bezw. für Färbereitechnik, halb- und ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **v. Walther**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen: 3-, 4-, 5-, 6gliedrige heterozyklische Ringe einschließlich Pyridin und Chinolin, 2. — **König**: Arzneimittel der organischen Chemie, 2. — **Renk**: Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 1; Gewerbehygiene, 2; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. außer Sonnabend; Hygienisches Praktikum, ganz- oder halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Thiele**: Erzeugung von Licht, 1. —

Krause: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 2; Einleitung in die Theorie der unendlichen Prozesse, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie I, 3, Übungen, 4. — **Grübler**: Technische Mechanik II: Statik einschließlich graphischer Statik, 6, Übungen, 2; Graphostatische Übungen, 2. — **Heger**: Abschnitte der elementaren Geometrie, pädagogisch behandelt, 1 *g*. — **Helm**: Höhere Mathematik III, 3, Übungen (mit Naetsch), 1; Analytische Mechanik, 3, Übungen, 1; Versicherungstechnisches Seminar, 1 *g*, Übungen, 2 *g*. — **Naetsch**: Sphärische Trigonometrie, 2; Analytische Geometrie der Kegelschnitte, 3; Ergänzungen zur analytischen Geometrie der Flächen zweiten Grades, 1 *g*. — **Pattenhausen**: Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, 1; Höhere Geodäsie, 2, Übungen, 1; Sphärische Astronomie, 2, Übungen, 1; Vorübungen zum Planzeichnen für Vermessungsingenieure: Schriftzeichnen, 2; Planzeichnen II, Übungen, 2 und 4; Skizzieren geodätischer Instrumente, Übungen, 2; Triangulierungsübungen, 4; Katastervermessungsübungen, 2; Geodätisches Praktikum I, 4, II, 4, für Architekten, 4; Größere Terrainaufnahmen, 2 Wochen. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik II: Wärme, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 44. — **Reiger**: Elastizität, Hydrodynamik und Akustik, 2; Optik, 2; Übungen zur theoretischen Physik, 1 *g*. —

Fischer: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Chemischen Laboratorium (mit Busch), tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Mediziner (mit Gutbier), 4. — **Paal**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 3; Ausmittelung von Giften, 1; Ausgewählte Kapitel der physiologisch-chemischen Analyse, 1; Chemisches Praktikum, tägl.; Pharmazeutisch-chemisches Halbpraktikum, 16 und 20; Physiologisch-chemisches Praktikum: Harnanalyse usw., 3; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittel, tägl. — **Busch**: Qualitative und quantitative chemische Analyse II: Metalloide, 2; Chemische Technologie: Organische Industrie, mit Exkursionen, 2. — **Henrich**: Geschichte der Chemie (ausgewählte Kapitel), 1; Kolloquium über organische Chemie, 2; Darstellung organischer Präparate auf elektrochemischem Wege, 2; Anleitung zur Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. *g*. — **Gutbier**: Chemisches Seminar, 2; Übungen in Experimentalvorträgen für Lehramtskandidaten, 1 *g*; Photographie, 1; Photographische Exkursionen, 1 Vormittag *g*. — **Jordis**: Über Patentwesen, 1; Über Kolloide, 1; Elektrochemisches Praktikum, für Anfänger, 4, für Fortgeschrittene, 20 und 40. —

Gordan: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Algebra, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar, 3 *g*. — **Noether**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Analytische Mechanik, 4; Analytische Übungen (mit Hilb), *g*. — **Hilb**: Synthetische Geometrie, 4; Nichteuklidische Geometrie, 2; Geometrische Übungen, *g*. —

Physikalischer Verein Frankfurt a. M.

Wachsmuth: Elektrizitätslehre II, 1; Spektralanalyse, 1; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2; Kleines physikalisches Praktikum für Anfänger, 8; Großes physikalisches Praktikum für Fortgeschrittene, tägl. — **Linke**: Luftelektrizität und verwandte Erscheinungen, 1; Meteorologisch-aeronautisches Kolloquium, 1. — **Déguisne**: Die elektrische Kraftübertragung, 1; Kleines elektrotechnisches Praktikum für Anfänger, 8; Großes elektrotechnisches Praktikum für Fortgeschrittene, tägl. — **Seddig**: Die Prinzipien optischer Instrumente mit Demonstrationen, 1. —

Freund: Organische Experimentalchemie: Benzolderivate, mit spezieller Berücksichtigung der Technologie, 2; Chemisches Kolloquium über neuere chemische Literatur, 14tägig, 2; Kleines chemisches Praktikum: Darstellung chemischer Präparate, Einführung in die qualitative und quantitative Analyse, Nahrungsmittelanalyse, 8; Großes chemisches Praktikum, tägl. — **Mayer**: Chemie und Technologie der Teerstoffe, 2; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2. — **Becker**: Angewandte Chemie und Bakteriologie in Industrie, Handel und Gewerbe; Chemisch-technische Warenkunde, 2, Besichtigung technisch interessanter Anstalten, 1 Nachmittag; Kleines chemisches Praktikum, 5. —

Brendel: Geographische Orts- und Zeitbestimmung, 2; Besprechung ausgewählter Probleme der angewandten höheren Analysis: Differentialgleichungen der Mechanik u. a., für Vorgeschrittene, 2; Übungen auf der Sternwarte; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, Elektrooptik, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Königsberger), 3 und 6; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Königsberger**: Theoretische Physik mit Seminar: Physikalische Mechanik, Hydrodynamik, Aerodynamik, 3; Elektronentheorie der festen und flüssigen Körper, 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Meyer**: Physikalische Chemie, 2; Radioaktivität, 1; Theorie der elektromotorischen Kräfte, 1; Photographie mit praktischen Übungen und Demonstrationen (mit Trautz), 2; Physikalisch-

chemisches Übungspraktikum, 1 Vormittag; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten. — **Reinganum**: Anwendung Fourierscher Reihen und Integrale in der Physik, 2. — **Trautz**: Photochemie I: Theorie der Wärmestrahlung, 3. —

Gattermann: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Willgerodt), tägl. außer Sonnabend; Übungen im Experimentieren und Vortragen für künftige Lehrer der Chemie, 2 *g*; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Willgerodt**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Organische Technologie mit Exkursionen, 2. — **Edinger**: Einführung in die organischen Arbeitsmethoden, 2. — **Fromm**: Hydroaromatische Verbindungen: Terpene und Kampfer, 2; Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 2 und 1, Repetition, 1. — **Meigen**: Quantitative Analyse II, 1; Gasanalytisches Praktikum, 2. — **Riesenfeld**: Qualitative Analyse (mit Berücksichtigung der Spektral- und Mikroanalyse), 3; Ionenlehre, 1. —

Lüroth: Elliptische Funktionen, 5; Trigonometrie, 2. — **Stickelberger**: Integralrechnung, 5, Übungen; Infinitesimalgeometrie, 3. — **Loewy**: Theorie der algebraischen Gleichungen, 4; Über die Grundlagen der Geometrie, 2; Versicherungstechnik, 2. — **Seith**: Kegelschnitte in elementargeometrischer Darstellung, 2. —

Universität Gießen.

König: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, $4^1/_2$, Mathematische Ergänzungen, 1; Physikalisches Praktikum für Mathematiker und Naturwissenschaftler, 6, für Chemiker, Mediziner und Pharmazeuten, 3; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Fromme), 2 *g*. — **Fromme**: Thermodynamik, 4; Niedere Geodäsie, 3; Übungen, 1 Nachmittag. — **Schmidt**: Elektrische Schwingungen, 2. — **Noack**: Physikalisches Praktikum für Handfertigkeit mit Experimentierübungen, 3. — **Uller**: Theorie der Elastizität und Viskosität, 2. —

Naumann: Organische Experimentalchemie, $5^1/_4$; Physikalische Chemie: Molekül, Atomgewichtszahlen, Gasgesetze, Massenwirkungsgesetz, mit Anwendungen auf technische Chemie und Übungen in Berechnungen, $1^3/_4$; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium (mit Keller), tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Moeser**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2. — **Keller**: Pharmazeutisch-chemische Präparate, anorganischer Teil, 2; Neuere Arzneimittel, 1. — **v. Liebig**: Chemie der Pflanzenstoffe III: Aromatische Reihe, Pflanzenfarbstoffe und Alkaloide, 1; Grundanschauungen der Chemie in ihrer geschichtlichen Entwicklung, 1 *g*. — **Beschke**: Die Chemie der zyklischen und hydrozyklischen Verbindungen, 2; Die physikalisch-chemischen Methoden in der organischen Chemie, 1. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl., für Landwirte, tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Anorganische Experimentalchemie, $5^1/_4$. — **Brand**: Chemische Technologie II: Technologie der organischen Stoffe mit Exkursionen, 2. —

Pasch: Die elementaren Transzendenten, 2; Höhere Kurven, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Netto**: Elemente der Algebra, 4; Funktionentheorie, 3; Übungen des mathematischen Seminars, 1. — **Graßmann**: Festigkeitslehre, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik und Optik, 3; Praktische Übungen (mit Voigt, Simon, Bestelmeyer, Krüger, Madelung und Busch), 4; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. außer Sonnabend; im Seminar: Ausgewählte Probleme der Wärmelehre, 1 *g*. — **Voigt**: Thermodynamik, 4; im Seminar: Ausgewählte Probleme der Mechanik, 2 *g*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. außer Sonnabend. — **Wiechert**: Potentialtheorie, 4; Vermessungswesen I: Feldmessung, mit Übungen, 4; Erdbeben, 1 *g*; Geophysikalisches Praktikum; im Seminar: Fragen der Geonomie (Geodäsie und Geophysik), 1. — **Prandtl**: Maschinentechnik, 1 *g*; Wissenschaftliche Grundlagen der Luftschiffahrt, 2; Mechanikpraktikum für Anfänger, 3; Thermodynamisches Praktikum, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik und Wärmelehre, tägl. außer Sonnabend. — **Simon**: Das energetische Weltbild, 1 *g*; Wirkungsweise und Bau der Dynamomaschinen, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, tägl.; im Seminar (mit Abraham): Anwendungen der Maxwellschen Theorie, 2 *g*. — **Abraham**: Elektrodynamik bewegter Körper, 2 *g*. — **Bestelmeyer**: Theorie der Ballonführung, 1 *g*; Praktikum der Elektronik und Radioaktivität, 4. — **Krüger**: Kinetische Gastheorie, 2; Übungen in der Selbstanfertigung und Handhabung von Demonstrationsapparaten, 3. —

Wallach: Allgemeine Chemie II: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen im Laboratorium (mit Polstorff, Kötz, Borsche), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4 Nachmittage; Besprechung wissenschaftlicher Arbeiten Fortgeschrittener, tägl. *g*. — **Tammann**: Elektrochemie, 3; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger (mit Levin), halbtägig; Physikalisch-chemische Arbeiten, ganz- und halbtägig; Kolloquium, 1 *g*. — **Polstorff**: Pharmazeutische Chemie: Anorganischer Teil, 4; Gerichtlich-chemische Analyse, 2; Chemisches Kolloquium für Pharmazeuten, 1 *g*. — **Fischer**: Chemische Technologie, mit Exkursionen, 2; Technologie und Unfallverhütung in Fabriken, mit Exkursionen, 1; Chemisch-technologische Übungen, *g*. — **Zsigmondy**: Über Komplexsalze und ihre Theorie, 1; Reversible Kolloide mit besonderer Berücksichtigung der organischen, 1; Praktikum der anorganischen Chemie für Vorgeschrittene, ganz- und halbtägig; Praktikum der Kolloidchemie, 2. — **Kötz**: Einführung in die Chemie, 3; Prinzipien und Theorien analytischer und anorganischer Prozesse, 1; Die vergleichende Chemie in ihrer Bedeutung für Lehre und Forschung, 1; Seminaristische Übungen in Chemie, *g*; Repetitorium der Chemie, 1. — **Coehn**: Photochemie und Spektralanalyse, mit Demonstrationen, 1; Elektroanalytische und elektropräparative Übungen, 3. — **v. Braun**: Über die wichtigeren organischen Verbindungen des Stickstoffs, 2; Besprechung neuerer Arbeiten, 1. — **Borsche**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen: Terpene und Kampfer, 2; Organisch-chemisches Repetitorium für Fortgeschrittene, 1; Färbereichemische Übungen, 3. — **Ruer**: Metallographie, 1. — **Levin**: Thermochemie, 1. —

Klein: Mechanik der Kontinua, 4; im Seminar: Fragen der Elastizitäts- und Festigkeitslehre (mit Prandtl und Runge), 2. — **Hilbert**: Zahlentheorie, 4; Ausgewählte Fragen aus der Funktionentheorie, 2; im Seminar: Ausgewählte Probleme der Mathematik (mit Landau), 2. — **Schwarzschild**: Höhere Himmelsmechanik, 3; Populäre Astronomie I, 1 *g*; Astrophysikalisches Praktikum, 3. — **Runge**: Theorie der Differentialgleichungen mit Übungen, 6. — **Landau**: Unendliche Reihen, 4; Über die Verteilung der Primzahlen, 4. — **Ambronn**: Geographische Ortsbestimmungen, 2; Astronomische Übungen, 4—5; Astronomische Arbeiten für Fortgeschrittene, tägl. — **Zermelo**: Differential- und Integralrechnung I, 4; Mathematische Übungen für Anfänger (mit Toeplitz), 2. — **Koebe**: Zentralperspektive und Anwendungen derselben, 2; Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus, 4. — **Toeplitz**: Analytische Geometrie, 4. — **Bernstein**: Einführung in die Theorie der Integralgleichungen, 2; Versicherungsmathematik, 2. — **Müller**: Übungen zur Mechanik der Kontinua (Hydrodynamik und Elastizität), 2. —

Universität Graz.

Pfaundler: Experimentalphysik II, 5; Physikalische Übungen I, 6 *g*; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Benndorf), tägl. außer Sonnabend, *g*. — **Benndorf**: Physikalische Übungen II, 8 *g*; Einführung in die Vektorenrechnung, 2; Über Kollektivmaßlehre und ihre Anwendungen auf meteorologische Probleme, 1; Übungen im physikalischen Rechnen, 2. — **Streintz**: Die Maße der Elektrizität, 2 *g*. — **Waßmuth**: Theoretische Optik, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 3 *g*. —

Scholl: Organische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, für Vorgeschrittene, tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4. — **Schrötter**: Chemie der Methanderivate I, 3. — **Kremann**: Physikalische Chemie II, 2; Maßanalyse, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der physikalischen Chemie, tägl. — **v. Hemmelmayr**: Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie organischer Stoffe, 2. —

v. Dantscher: Einleitung in die Analysis (Fortsetzung),

5: Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Daublebsky v. Sterneck**: Zahlentheorie, 4; Ausgewählte Kapitel der Integralrechnung (Fortsetzung), 1; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streißler**: Darstellende Geometrie IV, 3. — **Hillebrand**: Sphärische Astronomie, 2; Praktische Astronomie, 3. —

Technische Hochschule Graz.

v. **Ettingshausen**: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Übungen, 8. — **Streintz**: Wärmelehre, 3; Der Bleiakkumulator und das Akkumulatorproblem, $1\frac{1}{2}$. — **Bartl**: Theoretische Maschinenlehre I, 2; Allgemeine Maschinenkunde IIb, $1\frac{1}{2}$; Maschinenbau IIc, $1\frac{1}{2}$. — **Iberer**: Allgemeine Maschinenkunde IIa, 2; Technisches Zeichnen: Maschinenzeichnen, 4. — **Bendl**: Maschinenbau Ia, 4, Übungen, 8, IIa, 3, Übungen, $9\frac{1}{2}$, IIb, $1\frac{1}{2}$, Übungen, 15. — **Sanzin**: Ausgewählte Kapitel aus dem Eisenbahn-Maschinenwesen, 2. —

Emich: Organische Chemie II, 5; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse, 2, Laboratoriums-Unterricht und Übungen, 16; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4, Laboratoriums-Unterricht und Übungen, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, 20. — **B. Reinitzer**: Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der chemischen Maßanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4; Laboratoriums-Unterricht und Übungen in der Darstellung anorganisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe. — **v. Hemmelmayr**: Organisch-chemische Analysen-Methoden, 2. — **Krausz**: Mechanische Technologie I, 2, II, 2, III, 2; Mechanische Schutzmittel gegen Unfälle, 2. — **F. Reinitzer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 3, Übungen, 4. —

Hočevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Stelzel**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **Peithner v. Lichtenfels**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 6; Seminarübungen, 2; Projektive Geometrie I, 2, Übungen, 1. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik, einschließlich der Elemente der graphischen Statik II, 4, Übungen, 3 und 2; Technische Mechanik II, 3. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie II, 4; Sphärische Astronomie, 2; Praktische Meßübungen; Katasterwesen und Meßgesetze, 3; Situationszeichnen, 4. —

Universität Greifswald.

Mie: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalische Übungen, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Besprechung neuerer physikalischer Arbeiten (mit Starke), 14tägig, 2 *g*; Physikalische Experimentierübungen I; Handfertigkeitsübungen (mit Herweg), 2. — **Holtz**: Galvanische und Induktions-Elektrizität, mit Experimenten, 1; Physik der Erde und der Gewässer, mit Experimenten, 1 *g*. — **Starke**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Physikalische Experimentierübungen II: Demonstrationsübungen, 2; Moderne Beförderungsmittel: Eisenbahn, Automobil, Luftschiff, 1. — **Herweg**: Experimentelle Optik, 2 *g*; Über Entladung in Gasen, mit Experimenten, 1. —

Auwers: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisches Praktikum für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Strecker), $3\frac{1}{2}$, Erläuterungen, $\frac{1}{2}$ *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Sterilisationskursus für Pharmazeuten, 2; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Roth**: Elektrochemie, mit Experimenten, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum, $3\frac{1}{2}$—4; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Posner**: Chemie der Benzolderivate, 2; Theorie und Praxis der Photographie, mit praktischen Übungen, 3, Exkursionen, *g*. — **Strecker**: Gewichtsanalyse, 2; Titrieranalyse, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3. —

Thomé: Differential- und Integralrechnung II, 4; Theorie und Anwendung der Determinanten, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Engel**: Funktionentheorie (Fortsetzung), 4; Algebra, 4; Invariantentheorie, 2 *g*; Mathematisches Seminar, $1\frac{1}{2}$ *g*. — **Vahlen**: Mechanik II, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie? *g*. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Licht, 4; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Halbpraktikum, 3, c) Arbeiten von Geübten, tägl.; Mechanische Theorie der Wärme, 2 *g*. — **Schmidt**: Theoretische Optik, 4; Physik der elektrischen Schwingungen, nebst Übungen, 2 *g*; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. —

Vorländer: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, in der anorganischen und analytischen Abteilung (mit Tubandt), in der pharmazeutischen Abteilung (mit Schulze), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Schulze), 4; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g*. — **Schulze**: Darstellung und Prüfung der Arzneimittel I, 2; Die chemische Untersuchung der Drogen und galenischen Präparate, 1 *g*. — **Baumert**: Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, tägl. außer Sonnabend; Die wichtigsten Lebensmittel und deren Verfälschungen, 1 *g*. — **Erdmann**: Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in der Gasanalyse, technischen Analyse und in der Elektrochemie, 4; Technische Chemie I, unter besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie, 2 *g*. — **Tubandt**: Elektrochemie I: Theorie, 1; Analytische Chemie, 2. —

Cantor: Differential- und Integralrechnung, 5; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Wangerin**: Analytische Mechanik, 4; Elliptische Funktionen, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*; Konforme Abbildung, 1 *g*. — **Gutzmer**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 4; Zahlentheorie, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Bestimmte Integrale und Gamma-Funktionen, 2; Mathematisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Buchholz**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Praktische Übungen in geographischer Ortsbestimmung mit Theodoliten und Sextanten, 2 *g*. —

Technische Hochschule Hannover.

Precht: Experimentalphysik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Mechanische Wärmetheorie, 2; Arbeiten im Laboratorium der Physik, 4. — **Valentiner**: Photographie, 2; Grundzüge der Spektralanalyse, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Beckmann, Meyer, Riddervold und Brückmann), 8, II, III für Maschineningenieure, 8. — **Heim**: Elektrische Anlagen II, 3, Übungen, 2; Entwerfen von Dynamomaschinen und Transformatoren, 3, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Bodenstein**: Grundzüge der technischen Elektrochemie, 2; Elektrolytische Übungen, 4. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger I, 1; Elektrotechnische Meßkunde I, 1, 2, II, 1; Asynchronmotoren, 1 *g*. — **Fischer**: Werkzeugmaschinen (mit Walther), 3, Übungen, 4; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiet der Maschinenfabrikation, 2. — **Riehn**: Bau und Theorie der Kraftmaschinen (mit Engelbrecht, Keidel und Breuer), 6, Übungen, 8; Übungen im Entwerfen von Kraft- und Hebemaschinen (mit Engelbrecht), 4; Schiffbau, 3, Übungen, 4. — **Frank**: Eisenbahnmaschinenbau (mit Ryssel und Ahlf), 3, Übungen, 4; Kraftwagenbau, 2. — **Frese**: Maschinen-Ingenieur-Laboratorium I (mit Aschof, Pfeffer, Kropp und Havliza), 1, Übungen, 8, II, Übungen, 8; Theoretische Maschinenlehre (mit Pfeffer), 4. — **Troske**: Grundzüge des Maschinenbaues (mit Regula), 3, Übungen, 4; Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, 2; Übungen im Entwerfen von Fabrikanlagen und Eisenbahnhauptwerkstätten, 3. — **Klein**: Allgemeine Maschinenlehre II (mit Pohlmann), 3; Maschinenzeichnen (mit Willkomm, Regula und Pfeffer), 4; Hebezeuge und Pumpen (mit Regula und Pohlmann), Übungen, 4; Wasserhaltungs-, Förder- und Gebläsemaschinen, 3; Ausgewählte Kapitel aus Hebezeugen und Pumpen, 1. — **Weber**: Mechanik I (mit Bock), 4, Seminarübung, 1; Ausgewählte Kapitel der Technischen Mechanik (mit Bock), 2,

Übung, 1. — **Nachtweh**: Allgemeine mechanische Technologie (mit Walther), 4; Bautechnologie (mit Willkomm), 3; Technologie der Faserstoffe (mit Willkomm), 2; Fabrikationszweige der Faserstoff-Industrie (mit Willkomm), 3; Technologisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der Faserstoff-Industrie (mit Willkomm), 3; Landwirtschaftliche Maschinenlehre, 4. — **N. N.**: Maschinenelemente (mit Ryssel und Ahlf), 4, Übungen, 7; Bau der Verbrennungsmotoren, 3. — **Willkomm**: Die Erzeugnisse der Faserstoff-Industrie und ihre Kennzeichen, 2. —

Seubert: Grundzüge der Chemie, 6; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Hochhut und Lambrecht), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Maßanalyse, 2. — **Behrend**: Physikalische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Grohmann), tägl. außer Sonnabend. — **Jänecke**: Metallographie, 1. — **Ost**: Chemische Technologie II, 3; Farbstoffe und Färberei, 2; Übungen in der Elektroanalyse (mit Schliemann), 6; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Schliemann), tägl. außer Sonnabend. — **Keppeler**: Keramische Untersuchungsmethoden, zugleich Einführung in das keramische Praktikum, 1. — **Laves**: Grundzüge der physikalischen Chemie, 2. —

Kiepert: Höhere Mathematik II, 5, Übungen, 1, Repetition, 1; Theorie und Anwendung der Differentialgleichungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Geometrie der Lage, 4. — **N. N.**: Höhere Mathematik I A, 6, Übungen, 2, II, 3, Übungen, 1. — **Wieghardt**: Grundzüge der höheren Mathematik, 3, Übung, 1; Ausgewählte Kapitel der Elastizitätslehre, 1; Allgemeine Entwicklungen über das Prinzip der virtuellen Verrückungen und das Prinzip der kleinsten Formänderungsarbeit, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Richter und Pabst), 3, Übungen, 6, I, 3, Übungen, 6. — **Oertel**: Grundzüge der praktischen Geometrie (mit Petzold), 2, Übungen, 3; Praktische Geometrie, Planzeichnen (mit Petzold), 4; Geodäsie I: Praktische Geometrie (mit Petzold), 2, Übungen, 6; Grundzüge der astronomischen Ortsbestimmung (mit Petzold), mit Übungen, 2. — **Petzold**: Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen auf die Geodäsie und die Grundzüge der sphärischen Astronomie, 1. —

Universität Heidelberg.

Lenard: Experimentalphysik: Optik, Elektrizität und Magnetismus, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker), 6; Übungen und wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener, 35; Physikalisches Kolloquium und Seminar, 1 *g*. — **Pockels**: Theoretische Optik, 4, Übungen, 1 *g*; Grundzüge der Elektronentheorie, 1. — **Becker**: Radioaktivität, 1. — **Ebler**: Einführung in das Studium der Radioaktivität, 1; Spektroskopie II: Ausgewählte Kapitel aus der Photochemie, 1. — **Kopff**: Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung, 1. — **Schmidt**: Einführung in die Photographie und photographisches Praktikum, 2—4. —

Curtius: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Chemisches Praktikum für Mediziner, 4; Chemisches Anfänger-Praktikum für Mediziner, 4. — **Brühl**: Anorganische Chemie, 6; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Jannasch**: Titrier-Analyse, 2; Ausmittelung der Gifte, 1; Gasanalytisches Praktikum (mit Franzen), 3; Chemisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 4. — **Knoevenagel**: Chemische Technologie, anorganische Prozesse, mit Ausflügen, 2; Praktische Anwendung organischer Farbstoffe in der Färberei und Druckerei der Textilfasern. — **Bredig**: Physikalische Chemie II, 3; Angewandte Elektrochemie, 1; Theoretische Übungen in physikalischer Chemie: a) für Anfänger, 1 *g*, b) für Vorgeschrittene, 14tägig, 1½ *g*; Praktische Einführung in die physikalische Chemie und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Arbeiten und Übungen im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Anfänger. — **Dittrich**: Quantitative Analyse durch Elektroanalyse, mit Übungen, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger, sowie für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Neuere Methoden der Mineral- und Gesteinsanalyse, 1. — — **Stollé**: Qualitative Analyse, 2; Pharmazeutische Chemie I: Anorganischer Teil, 2; Analytische Methoden der organischen Chemie, 1. — **Mohr**: Pyridinderivate und Alkaloide, 1. — **Darapsky**: Heteroxyklische Verbindungen, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Franzen**: Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1; Praktische Einführung in die Bakteriologie und Gärungschemie. — **Muckermann**: Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde, 2; Über neuere Arzneimittel, 1. —

Koenigsberger: Differential- und Integralrechnung, 4; Funktionentheorie, 4; Mathematisches Unter- und Oberseminar, 2. — **Valentiner**: Sphärische Astronomie, 3. — **Wolf**: Elemente der Meteorologie, 2 *g*; Elementare Kapitel der Fixsternastronomie, 1 *g*. — **Cantor**: Bestimmte Integrale zwischen reellen Grenzen, 4; Politische Arithmetik, 2. — **Koehler**: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Synthetische Theorie der Flächen zweiter Ordnung, 1. — **Boehm**: Elementarmathematik I: Grundfragen der Arithmetik, Algebra und Analysis, 4; Einführung in die Gruppentheorie, 1. — **Bopp**: Integration partieller Differentialgleichungen, 2. —

Universität Innsbruck.

Tumlirz: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus II, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **Czermak**: Die Polarisation des Lichtes, 1; Praktische Übungen für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **v. Lerch**: Experimentalphysik II, 5; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*. — **Tollinger**: Ausgewählte Partien aus der Physik des Bodens, 2. — **Hammerl**: Elektrotechnik II: Über ein- und mehrphasige Wechselstrom-Maschinen und Motoren, 2. —

Brunner: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend, Theoretische Anleitungen, 1 *g*; Chemische Übungen für Mediziner, 6. — **Hopfgartner**: Pharmazeutische Chemie, 5. — **Zehenter**: Über Teerfarbstoffe, 2. —

Gmeiner: Arithmetik, 3; Differentialgleichungen, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Zindler**: Anwendungen der Differentialrechnung und der Integralrechnung auf Geometrie und Bewegungslehre (Fortsetzung: Flächentheorie), 2; Ausgewählte Abschnitte der Liniengeometrie, mit Übungen des mathematischen Seminars, 4; Mathematisches Seminar für Anfänger (Fortsetzung): Einführung in die Integralrechnung, 1 *g*. — **Menger**: Darstellende Geometrie der krummen Linien und Flächen, 4, Konstruktionsübungen. —

Universität Jena.

Winkelmann: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, für Physiker, 6, für Chemiker und Pharmazeuten, 4, für Mediziner (mit Baedeker); Physikalische Spezialuntersuchungen (mit Straubel und Baedeker). — **Auerbach**: Wärmetheorie: Thermodynamik, 4; Theorie der Schwingungen, Wellen und Strahlen, mit Anwendungen und Beispielen, 2; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Musik, mit Demonstrationen und Experimenten, 1½. — **Straubel**: Interferenz und Beugung, 1. — **N.N.**: Technische Mechanik I: Elektrizitäts- und Festigkeitslehre, 4. — **Baedeker**: Das absolute Maßsystem, 1; Spezielle Probleme der Elektrizitätslehre: Leitung, Thermoelektrizität, galvanomagnetische Erscheinungen, Pyroelektrizität usw., 1. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Wolff), tägl., für Mediziner, 6 und 3; Praktikum in der organischen Abteilung und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Rabe und Fecht), tägl. — **Wolff**: Maßanalyse, 2; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Grundzüge der anorganischen und organischen Chemie (Experimentalchemie), 5; Über Moor und Moorkultur, 1; Großes und kleines Praktikum für Landwirte, tägl.; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittenere, 14tägig, 2 *g*. — **Vongerichten**: Chemische Technologie, anorganischer Teil, 2; Technisch-chemisches Praktikum, ganz- und halbtägig, für Nationalökonomen, 4; Chemische Technologie für Juristen, 1 *g*. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie II: Organische Chemie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Darstellung und Untersuchung pharmazeutischer Präparate, Ausmittelung der Gifte, 15; Praktische Übungen in der Sterilisierung der Arznei- und Verbandmittel, 3; Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, theoretischer und praktischer Kursus, tägl.

außer Sonnabend. — **Rabe**: Chemie der aromatischen und hydroaromatischen Verbindungen, 2; Besprechung neuerer chemischer Arbeiten (mit Fecht), 1 *g*. — **Gänge**: Praktische Übungen und Demonstrationen über Spektralanalyse, Mikroskopie und Polarisation des Lichtes zum Zwecke chemischer Untersuchungen, 2. — **Marc**: Thermochemie und thermochemische Meßmethoden, verbunden mit praktischen Übungen, 1. — **Fecht**: Chemie über Fette, Kohlehydrate und Eiweißstoffe, 1. —

Thomae: Infinitesimalgeometrie mit besonderer Rücksicht auf algebraische Kurven, 5. — **Haußner**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Proseminar, 2 *g*; Rektifikation und Teilung des Kreises, 2; Theorie und Anwendung der Determinanten, 2; Differential- und Integralrechnung I, mit Übungen, 5; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Frege**: Analytische Mechanik II, 4. — **Knopf**: Zeit- und Ortsbestimmung mit praktischen Übungen auf der Sternwarte, 4; Geodäsie mit praktischen Übungen, 2; Astronomisches Kolloquium, 2 *g*. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Experimentalphysik, 4, Ergänzende Demonstrationen, 2; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6. — **Sieveking**: Einführung in die mathematische Physik, 3; Repetitorium der Physik, 1; Optik für Chemiker, 2; Elektronentheorie, 1. — **Arnold**: Dynamobau I: Allgemeiner Teil und Gleichstrommaschinen, 2, II: Synchrone und asynchrone Wechselstrommaschinen, 2; Elektrische Kraftwerke und Kraftübertragungen, 2; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Schleiermacher), 9, II, 8; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 2; Theoretische Elektrizitätslehre, 4. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 2; Elektrische Leitungen und Verteilung elektrischer Energie, 2, Übungen, 2; Elektrische Beleuchtung, 2; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Bragstad**: Theorie des Wechselstroms, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 2; Wechselstromkommutatoren, 1, Übungen, 2. — **Hausrath**: Drahtlose Telegraphie, 1; Der elektrische Lichtbogen und seine Anwendungen, 1. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum, mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, ferner Darstellung lichtempfindlicher Präparate, 4, Exkursionen, 1 Nachmittag. — **Benoit**: Pumpen, 2; Hebemaschinen I, 4; Entwerfen von Hebemaschinen, 6; Entwerfen von Hebemaschinen und Pumpen, 6. — **Bonte**: Maschinenelemente, 3; Maschinen, elementare Übungen, 8 und 4; Gebläse, 3; Gasmaschinen, 2. — **Brauer**: Festigkeitslehre nebst Übungen und Kolloquium, 2, Übungen, 4; Hydraulik, 3; Kinematik: Getriebelehre, 2; Mechanisches Laboratorium, 3. — **Graßmann**: Dampfmaschinen und Kessel II, 4; Entwerfen von Dampfmaschinen und Kesseln, 6; Maschinenanlagen, 2, Übungen, 6. — **Lindner**: Maschinenkunde, 3; Werkzeugmaschinen und Einrichtung der Maschinenfabriken, 2, Übungen, 3; Berg- und Hüttentechnik, 2; Technisches Zeichnen für Chemiker, 2; Technologische Exkursionen. — **Pfützner**: Heizung und Lüftung II: Theoretischer Teil, 2, Übungen, 2. — **Tolle**: Maschinenzeichnen, 1, Übungen, 4; Technische Mechanik I und II, 4, III, 2; Regulatoren für Kraftmaschinen, 2. — **Schultheiß**: Geschichte und Wesen der Witterungsvoraussage, 1. —

Engler: Organische Experimentalchemie, 4; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1; Theoretische Chemie: Stereochemie, 1; Chemisches Laboratorium, 5 Tage. — **Bunte**: Chemische Technologie I, 2, II, 2; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, 5 Tage; Technologische Exkursionen. — **Haber**: Physikalische Chemie II, 2; Chemie der Elektronen, 1; Demonstrationen technisch-elektrochemischer Prozesse (mit Askenasy), 3; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, 5 Tage; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs. — **Askenasy**: Prozesse der elektrochemischen Großindustrie, 2. — **Dieckhoff**: Pharmazeutische Chemie, 2; Analytische Chemie I, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1; Spezielle Technologie der Gasbeleuchtung, 1, Übungen, 4. — **Herzog**: Physiologisch-chemische Analyse, 1, Übungen, 2; Chemie der Eiweißstoffe, 2; Gewerbehygiene, 2. — **Just**: Physikalisch-chemische Meßmethoden, 1; Chemie der flüssigen Gase, 1. — **Kast**: Moderne Spreng- und Treibmittel, 2. — **Mayer**: Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie, 1. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung der Nahrungsmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Skita**: Chemie der Farbstoffe und Technologie der Textilindustrie II, 2; Praktische Übungen in Färberei und Druckerei, 2. — **Staudinger**: Chemie der Benzolderivate, 2. — **Ubbelohde**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 1. — **Wöhler**: Chemie der Metalle, 2; Physikalisch-chemische Grundlagen der Analyse, 1. —

Heun: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar, 4. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 2; Grundlagen der höheren Mathematik, 4. — **N. N.**: Darstellende Geometrie I bezw. II, 4, Übungen, 4; Übungen in Perspektive, 3. — **Stäckel**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Faber**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 2; Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 3, Übungen, 1; Funktionen einer reellen Veränderlichen, 2. — **Vogt**: Projektionslehre, 2, Übungen, 4. — **Winkelmann**: Theorie und Anwendung des Kreisels in elementarer Behandlung, 2. — **Haid**: Geodätisches Praktikum II, 6, III, 3; Größere Vermessungsübungen am Schlusse des Sommersemesters, 2 Wochen. — **Bürgin**: Katastervermessung I, 2, Übungen, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4. —

Universität Kiel.

Weber: Potentialtheorie und Elektrostatik, 4; Physikalische Technologie mit besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnwesens, mit Exkursionen, 2; Theorie physikalischer Meßapparate, mit Übungen, 1; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium (mit Dieterici), 2 *g*. — **Dieterici**: Experimentalphysik II: Wärme, Elektrizität, Magnetismus, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 8 und 4, für Fortgeschrittene, tägl. — **Preuner**: Elektroanalytische Übungen mit theoretischer Einführung, 2; Anwendung der Thermodynamik auf chemische Vorgänge, 1 *g*. — **Zahn**: Theorie der Elektronen in Gasen und Metallen, 1. —

Harries: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum: Anorganische Abteilung (mit Biltz), tägl. außer Sonnabend, Organische Abteilung, tägl., für Mediziner (mit Feist), 4; Chemische Gesellschaft: Vorträge über neue Arbeiten auf allen Gebieten der Chemie (mit Rügheimer, Biltz, Feist, Preuner und Mumm), 2 *g*. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 3; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der physikalischen Chemie, 1 *g*; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Biltz**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie II: Organische Betriebe, 2, Exkursionen, *g*. — **Berend**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1 *g*; Repetitorium der organischen Chemie, 1. — **Stoehr**: Alkaloide, 1. — **Feist**: Die künstlichen organischen Farbstoffe, 2; Einführung in das praktische Studium der Chemie, 1 *g*. — **Mumm**: Einige Kapitel aus der neueren anorganischen Chemie, 1; Praktische Übungen in der Anwendung organischer Farbstoffe, 2. —

Pochhammer: Einleitung in die Algebra und Determinantenlehre, 4; Analytische Mechanik, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Praktische Astronomie, 4; Übungen an astronomischen Instrumenten, 1 *g*. — **Heffter**: Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1 *g*; Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 4; Übungen im mathematischen Seminar, $1^1/_2$ *g*. — **Kobold**: Einleitung in die höhere Geodäsie, 2, Übungen, 1 Nachmittag *g*. — **Landsberg**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Einleitung in die Theorie der Integralgleichungen, 2. — **Weinnoldt**: Methoden der darstellenden Geometrie II, 3. —

Universität Königsberg.

Volkmann: Elastizitätstheorie, einschließlich Akustik, 4, Ergänzungen und Erläuterungen, mit besonderer Berücksichtigung der Grundbegriffe und Grundsätze der Mechanik, 1 *g*;

Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6; Leitung großer spezieller Arbeiten, tägl. außer Sonnabend. — **Kaufmann**: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5, Ergänzungen I, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 3, für Geübtere, und Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. —

Klinger: Organische Chemie, 4; Übungen im Laboratorium (mit Blochmann), tägl. außer Sonnabend; Über Alkaloide, 1 *g*. — **Stutzer**: Pflanzen-Ernährungslehre, 2; Gärungsindustrie, 1; Praktische Übungen auf dem Gebiete der Chemie, tägl. außer Sonnabend; Bakteriologische Übungen, 6; Physiologie der Ernährung, 1 *g*; Pharmazeutische organische Chemie, 4; Gerichtliche Chemie, 1; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Blochmann**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Chemie und Besichtigungen von Fabrikanlagen, 3; Besprechungen ausgewählter Kapitel der technischen Chemie, 1 *g*. — **Benrath**: Physikalische Chemie: Theorie der Lösungen, Verwandtschaftslehre, 2; Spektralanalyse, 1 *g*. —

Meyer: Analytische Geometrie der Ebene, 3, Übungen, 1 *g*; Einleitung in die höhere Algebra: Eliminations- und Formentheorie, 4, Übungen für Fortgeschrittenere, 1 *g*. — **Schoenflies**: Differentialrechnung, 4; Einführung in die Vektorenanalysis, 2; Übungen für Anfänger, 1 *g*. — **Battermann**: Theorie der astronomischen Instrumente, 2, Übungen, 2 Nachmittage *g*. — **Saalschütz**: Über Gauß' hypergeometrische Reihe mit den Kummerschen Ergänzungen, 1½ *g*. — **Cohn**: Ausgewählte Kapitel der sphärischen Astronomie, 2; Die astronomischen Anwendungen der Photographie, 1 *g*. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, 5; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Scholl), 9, für Mediziner und Pharmazeuten, 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Einleitung in die theoretische Physik, 4, Übungen, 1; Theorie der Interferenz, Beugung und Polarisation des Lichtes, 2; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Oettingen**: Über zeichnerische Darstellung magnetischer und elektrischer Felder, 1 *g*. — **Marx**: Elektrische Wellen und drahtlose Telegraphie, 2. — **Dahms**: Photographie in natürlichen Farben, 1. — **Scholl**: Technische Krafterzeugung, mit Demonstrationen und Messungen, 2. — **Fredenhagen**: Einführung in die Elektrotechnik, 1. — **Jaffé**: Einführung in die Theorie der Wärmestrahlung, 1. —

Beckmann: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum, tägl., für Mediziner, 6; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittel-Chemie, tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl.; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Heller, Deussen, Scheiber und Sieverts), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Hantzsch**: Anorganische Chemie, 5, Ergänzung, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Analytiker, tägl., für Mediziner, 6; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Stobbe, Rassow und Ley), tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum, tägl. — **Le Blanc**: Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, mit Demonstrationen, 3; Anwendungen der physikalischen Chemie auf technische Probleme, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum (mit Schaum, Drucker und Freundlich), tägl.; Chemisches Praktikum (mit Böttger), tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs (mit Freundlich), 4 oder 8; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Schaum, Böttger, Drucker und Freundlich), 1½ *g*. — **Stobbe**: Organische Experimentalchemie: Die aromatischen Verbindungen, 2. — **Wagner**: Theorie und Praxis der präparativen Chemie, mit Demonstrationen, 1; Technik der Experimentalchemie und Demonstration von Schulversuchen, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer: Schulversuche, Analyse und Präparate, tägl., Didaktische Besprechungen, 1 *g*. — **Rassow**: Chemische Technologie, Brenn- und Leuchtstoffe sowie ausgewählte anorganische Betriebe, mit Exkursionen, 2; Metallurgie, 1; Chemisch-technologisches Praktikum, tägl. — **Ley**: Konstitutionsbestimmungen organischer Verbindungen auf Grund physikalisch-chemischer Methoden, 2; Über Salze und Komplexsalze, 1. — **Schaum**: Photochemie II: Absorption, Lumineszenz usw., 2. — **Böttger**: Qualitative Analyse mit Demonstrationen, 2. — **Schall**: Über ultraviolettes Licht (ausgewählte Kapitel), 1. — **Heller**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Deussen**: Ausgewählte Kapitel der pharmazeutischen Chemie, 1. — **Drucker**: Atomgewichtslehre, ihre experimentelle und theoretische Entwicklung von J. B. Richter bis Richards, 1. — **Freundlich**: Kapillarchemie: Suspensions- und Emulsionskolloide, 1. — **Scheiber**: Moderne Theorien der organischen Chemie, 1. — **Sieverts**: Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, 1. —

Neumann: Theorie des Potentials und der Kugelfunktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Bruns**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre, 4; Praktische Analysis II, 1 *g*; Praktische Übungen in der Sternwarte (mit Peter), *g*. — **Hölder**: Höhere Algebra, insbesondere Galoissche Theorie der Gleichungen, 3; Allgemeine Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Rohn**: Analytische Geometrie der Ebene, 4, Übungen, 1 *g*; Projektive Geometrie, 2. — **Peter**: Bahnverbesserung und spezielle Störungen, 2. — **Hausdorff**: Zahlentheorie, 3; Einführung in die Determinantentheorie, 2. — **Liebmann**: Gewöhnliche Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner und Schulze), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feußner**: Theoretische Physik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Schulze**: Hydrodynamik und Akustik, 2; Repetitorium der Experimentalphysik mit elementarmathematischen Übungen, 1. —

Zincke: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 6; Praktische Übungen in der allgemeinen und analytischen Chemie, sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Fries), tägl., für Mediziner, halbtägig; Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Fries), 4. — **Schmidt**: Qualitative Analyse; Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Rupp). — **Fittica**: Theoretische Chemie, 2; Neuere Geschichte der Chemie, 1 *g*. — **Rupp**: Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 2; Maßanalyse, 1; Prüfung von Arzneimitteln, 1 *g*; Pharmazeutische Sonderübungen, 3. — **Reißert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 2. — **Fritsch**: Pyridinderivate. — **Haselhoff**: Praktische Übungen in Nahrungsmittel-Untersuchungen, tägl. — **Fries**: Organische Chemie: Aliphatische Verbindungen, 3; Analytische Chemie, 1; Chemisches Repetitorium für Mediziner: Organische Chemie, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. —

Hensel: Funktionentheorie, 4; Mechanik, 4; Mathematisches Proseminar, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Neumann**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Synthetische Geometrie, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Elementare Theorie der Differentialgleichungen mit Anwendungen, 3; Analytische Geometrie der Kegelschnitte, 3; Angewandte Mathematik: Graphische Statik mit Übungen, 4. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik II: Wärme und Elektrizität, 5; Praktische Übungen im physikalischen Laboratorium (mit Koch und Wagner), 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Sommerfeld**: Optik, 4, Seminar, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten in der mathematisch-physikalischen Sammlung, tägl. — **Graetz**: Physik (experimentell) II: Mechanik, Akustik, Optik, 5; Einleitung in die theoretische Physik, 3; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus der Physik, tägl. *g*. — **Zehnder**: Kapitel aus der angewandten Physik mit Demonstrationen und Exkursionen, 2. — **Donle**: Doppelbrechung und damit zusammenhängende Erscheinungen, 2. — **Koch**: Meßmethoden auf dem Gebiet der Gasentladungen und Radioaktivität, mit Demonstrationen, 1; Mathematische Ergänzungen zur Experi-

mentalphysik, 1. — **Schmaus**: Das Problem der Wetterprognose, mit Übungen an der Wetterkarte, 2. —

v. **Baeyer**: Organische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im chemischen Laboratorium (mit Hofmann und Piloty in der unorganischen, mit Dimroth und Dieckmann in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Hofmann), 4. — **Paul**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Nahrungsmittelchemie, 2; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde: Organische Präparate, 3; Chemisches Praktikum, praktische Übungen, einschließlich physikalisch-chemischer, elektrochemischer und nahrungsmittelchemischer Arbeiten (mit Prandtl), tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, praktische Übungen im pharmazeutischen Institut, einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren, tägl. außer Sonnabend. — **Hofmann**: Spezielle unorganische Experimentalchemie I: Alkalimetalle, Erdalkalien und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4; Praktikum für physikalisch-chemische und spektralanalytische Methoden, 4. — **Piloty**: Über analytische Chemie II, 3; Elektrolytisches Praktikum, 4—5-wöchentliche Kurse. — **Dimroth**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendung, 3. — **Dieckmann**: Stereochemie, 1 *g*. — **Wieland**: Neuere organische Arbeiten II, 1; Alkaloide, 1. — **Prandtl**: Anorganisch-chemische Technologie II: Metallurgie, mit Exkursionen, 3; Erläuterungen zum anorganisch-chemischen Praktikum, 2. —

Lindemann: Analytische Geometrie des Raumes, 5; Bestimmte Integrale und Fouriersche Reihen, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — v. **Seeliger**: Stellarastronomie: Fixsternkunde, 3; Praktische Übungen an den Instrumenten der k. Sternwarte (mit Großmann). — **Voß**: Integralrechnung, 5; Differentialgeometrie der krummen Flächen II, 3; Anwendungen der Differentialrechnung auf die Lehre an den krummen Linien, 1 *g*. — **Pringsheim**: Algebra II, 4; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 3. — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **Doehlemann**: Darstellende Geometrie II: Axonometrie, Perspektive, 4, Übungen, 2; Geometrische Mechanik: Graphische Statik, 2, Übungen, 1 *g*; Theorie der geometrischen Konstruktionen, 2. — **Hartogs**: Über analytische Funktionen mehrerer Veränderlichen, 2. — **Perron**: Einführung in die Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1. — **Großmann**: Parallaxen der Gestirne, 1. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektromagnetismus, Elektrodynamik, Induktion, Strahlen elektromagnetischer Energie, Optik, 4; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen auf dem Gebiete der Physik. — **Fischer**: Grundzüge der Physik: Optik, Elektrizität, 3; Ionen und Elektronen in flüssigen, gasförmigen und festen Körpern, 3; Experimentelle Wellenlehre und Akustik, 2. — **Knoblauch**: Kinetische Gastheorie, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik. — **Emden**: Mechanik der Atmosphäre, 2; Astrophysik, 2. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, mit Übungen, 6 Nachmittage. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Ventilation, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, Übungen, 2; Schwachstromtechnik: Telegraphie, Telephonie und drahtlose Telegraphie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, Übungen, 2, Praktikum, 2; Elektrotechnik für Maschineningenieure, 3; Elektrische Meßtechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 4 und 2, für Vorgeschrittene, 20—32. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Umformern und Transformatoren, 4; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen III: Transformatoren und Asynchronmotoren, 4; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4; Induktions- und Kommutatormotoren für einphasigen Wechselstrom, 2. — **Kadrnozka**: Bau und Betrieb elektrischer Anlagen II: Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeiten, 5, Übungen, 4. — **Krell**: Maschinen-Zeichnen, 4; Einführung in die Konstruktionslehre der Hebezeuge, 1; Allgemeine Maschinenlehre I, 2, II, 1. — v. **Lossow**: Konstruktionslehre der Maschinenteile II, 3; Entwerfen von Maschinenteilen II, 8 und 6; Entwerfen von Dampfkesseln, 4. — **Schmeer**: Konstruktionslehre der Gebläse und Kompressoren, 2; Entwerfen von Pumpen und Pumpwerksanlagen, 4. — **Camerer**: Entwerfen von Wasserkraftmaschinen, 7; Schaufelpumpen: Zentrifugalpumpen, 1; Wasserkraftanlagen, 3. — **Lynen**: Konstruktionslehre der Dampfmaschinen, 6; Entwerfen von Eisenbahnmaschinen, 2. — **Schröter**: Theoretische Maschinenlehre: Theorie der Wärmekraftmaschinen I, 4, III, 2, Praktikum, 2. — v. **Hoyer**: Textilindustrie, 5; Fabrikanlagen, 3; Grundzüge der mechanischen Technologie, 2. —

Muthmann: Allgemeine Experimentalchemie, einschließlich der Grundzüge der organischen Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10—30; Praktikum in der technischen Gasanalyse (mit Hofer), 3; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Lipp**: Organische Chemie, 5, Praktikum, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 30. — **Rohde**: Chemie der wichtigsten heterozyklischen Verbindungen mit besonderer Berücksichtigung des Pyridins und Chinolins (Fortsetzung), 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse I, 4; Die elektrochemischen Prozesse, 2. — **Schultz**: Chemische Technologie mit Brennmaterialienlehre und Feuerungskunde V, 4, Praktikum, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, 30; Chemisches Praktikum, 3. — **Lintner**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gärungschemisches Praktikum, 30; Grundzüge der organischen Chemie, 4. —

Finsterwalder: Höhere Mathematik II, 6, Übungen, 2; Theorie der gerichteten Größen: Vektoren, 2. — v. **Dyck**: Höhere Mathematik IV, 2, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Theorie der Differentialgleichungen, 4; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Finsterwalder, Burkhardt und Kutta), 2. — **Burkhardt**: Grundzüge der höheren Mathematik, 4, Übungen, 2; Kugelfunktionen, 2. — **Kutta**: Trigonometrie, Übungen, 1; Einleitung in die Lehre von den elliptischen Funktionen mit Anwendungen, 4, Übungen, 1; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Burmester**: Kinematik, 3; Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde II, 4, Praktikum, 4 oder 8; Hauptvermessungsübungen, 2 Wochen; Katastertechnik, 3, Praktikum IV, 8 und 2; Kartierungsübungen, 4. — **Näbauer**: Geographische Ortsbestimmungen, Übungen, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik I: Einführung in die Mechanik, 4, IV: Dynamik, 3, Übungen, 2; Praktikum im mechanisch-technischen Laboratorium, 2. —

Universität Münster.

Schmidt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Praktikum (mit Matthies), 3 und 6, für Fortgeschrittene (mit Konen), tägl.; Physikalisches Seminar (mit Konen und Matthies), 14tägig, 2 *g*. — **Konen**: Einführung in die theoretische Optik, 3, Übungen, 1 *g*; Übungen in physikalischen und chemischen Demonstrationsversuchen und in der Anfertigung einfacher Apparate (mit Thiel), 3. — **Matthies**: Vorträge aus der Elektrotechnik, 1 *g*. —

Salkowski: Organische Chemie, 5; Chemie der Metalle, 2 *g*; Chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Kaßner und Thiel), 6. — **Kaßner**: Über Gifte und deren Nachweis, 1 *g*; Anorganische Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und Gegenstände des deutschen Arzneibuchs, 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie: Glasindustrie und Keramik, 1; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 25. — **Bömer**: Untersuchung und Beurteilung der Gebrauchsgegenstände, 1 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, 2 *g*. — **Thiel**: Physikalische Chemie I, 3. —

Killing: Differential- und Integralrechnung I, 4; Synthetische Geometrie, 4; Übungen zur Differentialrechnung, 1 *g*; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — v. **Lilienthal**: Analytische Geometrie I, 4; Analytische Mechanik I, 4; Mathematisches Oberseminar, 2 *g*. — **Dehn**: Methoden der darstellenden Geometrie, 4; Irrationalzahl und Quadratur des Kreises, 2. — **Plaßmann**: Über den Mond, 2 *g*; Methode der kleinsten Quadrate, 2; Anfangsgründe der Bahnbestimmung bei Planeten und Kometen, 2; Übungen im Beobachten und Rechnen, *g*. —

Universität Prag.

Lecher: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum II, für Physiker und Mathematiker, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, 4 *g*. — **Lippich**: Kinetische Gastheorie, 3; Elektrostatik, 2, Seminar, 2 *g*. — **Spitaler**: Erdmagnetismus, 2; Ozeanographie, 2; Meteorologisches Praktikum und Konversatorium, 2 *g*. — **Rothmund**: Physikalische Chemie II, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, 4 *g*. —

Goldschmiedt: Organische Chemie, 5; Chemische Übungen, 15, für Mediziner, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, 4 *g*. — **Kirpal**: Qualitative chemische Analyse, 3; Chemische Großindustrie, 1. — **Hönigschmid**: Chemie der Metalle, 2. —

Pick: Grundzüge der Infinitesimalrechnung II, 3; Vektoranalysis, 2; Seminar, 2 *g*. — **Grünwald**: Differentialgleichungen, 3; Berührungstransformationen, 2. — **Weinek**: Theorie der Passageninstrumente im Meridiane und im 1. Vertikale, 3; Übung im astronomischen Beobachten, 2; Über Doppelstern- und Satellitenbahnbestimmung, 1. — **Oppenheim**: Elemente der Astronomie, 3. — **Scheller**: Strahlung und Temperatur der Sonne, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Elektrostatik, Stationäre Elektrizitätsströmungen, Magnetische Wirkungen des elektrischen Stromes, Magnetische Induktion, 5, für Kulturingenieure, 3; Physikalisches Praktikum für Chemiker, 3, für Lehramtskandidaten, 6. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 2, Übungen, 3; Spezielle Elektrotechnik, 2; Elektromechanische Konstruktionen, 1. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, Praktikum, 1. — **Schiebel**: Allgemeine Maschinenkunde, 3; Technisches Zeichnen, 4; Maschinenbau Ia, 2, Konstruktive Übungen, 4, Ib, 2, Konstruktionsübungen, 7. — **Doerfel**: Maschinenlehre I, 3, Übungen, 10, Maschinenbau IIa, 2, Konstruktionsübungen, 12, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 2. — **Körner**: Maschinenbau IIb, 4, Konstruktionsübungen, 14, Übungen im Maschinenbau-Laboratorium, 2; Maschinenbau, ausgewählte Kapitel, 2. —

Meyer: Allgemeine Experimentalchemie: Mineralstoffe, 5; Praktische Photographie und Übungen, 2, Übungen, 6; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 15; Praktische Unterweisung in der chemischen Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsartikeln, 1, Übungen, 4. — **Gintl**: Analytische Chemie (qualitative), Repetitorium, 2, Praktische Übungen, 24; Analytische Chemie (quantitative), Repetitorium, 2, Praktische Übungen, 30; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2, Übungen, 6; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Praktische Übungen in der Ausführung von Heizgasuntersuchungen, 1; Untersuchung der Milch und Butter und Analyse der Fette, 1. — **Storch**: Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Maßanalyse und chemische Arithmetik, 1; Physikalische Chemie II: Thermochemie, 2, III: Elektrochemie, 3, Übungen, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **Ditz**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 7, Übungen, 28. — **v. Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe, $6\frac{1}{2}$, Übungen, $26\frac{1}{2}$. — **Harpf**: Technologie des Schwefeldioxyds, 2. —

Carda: Mathematik I, 4, Repetitorium, 3; Elemente der höheren Mathematik, 2, Repetitorium, 1. — **Grünwald**: Mathematik IIa, 5, Übungen, 2; Differentialgleichungen und deren Anwendung auf Geometrie und Mechanik, 2. — **Rosmanith**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 3. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 3, Konstruktive Übungen, 8, 4 und 6, Übungen für Vorgeschrittene, 6; Ausgewählte Kapitel aus der darstellenden und projektiven Geometrie, 3, Übungen, 4. — **Stark**: Enzyklopädie der Mechanik I, 2; Mechanik I, Repetitorium, 1, II, 4, Repetitorium, 1, III, 3; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2; Materialienlehre, 1. — **Adamczik**: Elemente der niederen Geodäsie, 4, Übungen, 4; Praktische Geometrie: Niedere Geodäsie, $4\frac{1}{2}$, Übungen, 6; Grundzüge der sphärischen Astronomie, 3, Übungen, 2; Anwendungen der Geodäsie auf Kulturtechnik, 2, Übungen, 2; Technisches Zeichnen A, 3. —

Universität Rostock.

Heydweiller: Experimentalphysik I: Allgemeine Physik, Akustik, Wärme, 5; Physikalische Übungen: a) für Mathematiker und Naturwissenschaftler, 8, b) für Mediziner und Pharmazeuten, 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl.; Physikalisches Seminar (mit Weber), 1 *g*. — **Weber**: Einführung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1; Theorie der Wärme, 2. —

Michaelis: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen: a) Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend, b) Kleines Praktikum, 6, Übungen für Mediziner, 4, für Nahrungsmittelchemiker, 5. — **Stoermer**: Organische Chemie II: Aromatische Verbindungen, 4; Maßanalyse, 1; Chemie der Zuckerarten, 1. — **Honcamp**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung einschließlich Düngerlehre, 2; Agrikulturchemisches Praktikum, tägl. — **Kümmell**: Elektrochemie, 2; Kleines elektrochemisches Praktikum, 4; Elektrochemische Analysen und Präparate, 3; Physikochemisches Vollpraktikum: Leitung selbständiger Arbeiten, tägl. — **Kunckell**: Repetitorium der pharmazeutischen Chemie, 3; Chemische Untersuchung der Arzneimittel und maßanalytische Bestimmungen des Arzneibuches, 1; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse, 1; Über Alkaloide, 1. —

Staude: Differential- und Integralrechnung, 4; Analytische Geometrie des Raumes, 4; Mathematisches Seminar, 2. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik I: Mechanik, Molekularphysik, Optik, 5; Physikalische Übungen, 5 oder 10; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten (mit Cohn), 5 Tage; Physikalisches Kolloquium (mit Cohn), 2 *g*. — **Cohn**: Mechanik II, 3; Theorie der Wärme, 3. — **Mandelstam**: Kinetische Gastheorie, 1. — **Hergesell**: Meteorologisches Kolloquium, 2; Meteorologische Arbeiten, *g*. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie, organischer Teil, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene (mit Kohlschütter und Straus), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*. — **Rose**: Chemische Technologie der schweren Metalle, 3; Die Mineralfarben, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Physikalische Chemie, 2; Praktikum für Gasanalyse, 3; Übungen in physikalisch-chemischen Meßmethoden. — **Straus**: Die Teerfarbstoffe und ihre Anwendung in der Färberei, 3. — **Schär**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ausgewählte Arzneistoffe der nord- und südamerikanischen Pharmazie, 2; Die ätherischen Öle und Kampferarten in pharmakognostisch-chemischer Beziehung, 1 *g*; Übungen und Untersuchungen im pharmazeutischen Institut, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Nahrungsmittelchemiker (mit Kreutz), tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisches Praktikum I (mit Rosenthaler), 3, II, 3. — **Kreutz**: Die Bereitung und Untersuchung von Wein, Schaumwein und Branntwein, mit Exkursionen, 1. — **Rosenthaler**: Chemische und physikalische Prüfung der Arzneimittel, 1. —

Weber: Bestimmte Integrale und Einleitung in die Funktionentheorie, 4; Algebraische Zahlen, 2; Übungen des mathematischen Oberseminars (mit Wellstein und Epstein), $1\frac{1}{2}$ *g*. — **Schur**: Allgemeine Theorie der Kurven und Flächen, 4; Geometrie der Bewegung, 2; Übungen des mathematischen Seminars, 1 *g*. — **Wellstein**: Einleitung in die Theorie der endlichen diskreten Gruppen, 4; Riemannsche Flächen, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 1 *g*. — **N. N.**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Einführung in die höhere analytische Geometrie der Ebene, 2; Darstellende Geometrie II: Axonometrie und Perspektive, 2, Übungen, 2 *g*. — **Epstein**: Theorie der Kugelfunktionen und Besselschen Funktionen, 2. — **Simon**: Hellenische Philosophie und Mathematik, 2. — **Bauschinger**: Einleitung in die Mechanik des Himmels, 4; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 1 *g*; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte. — **Wirtz**: Einiges aus der Gezeitentheorie, 1. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Elektromagnetismus, Induktion, Akustik, Optik, Elektrooptik, 4; Übungen im physikali-

schen Laboratorium (mit Keefer): Physikalisches Praktikum I für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, II für Vorgerücktere, tägl. — **Veesenmeyer**: Elektrotechnische Konstruktionselemente, 2, Übungen, 4; Elektrische Maschinen und Apparate II, 3; Elektrotechnische Maschinenkonstruktionen, 8; Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Projektieren elektrischer Anlagen, Übungen, 4. — **Dietrich**: Elektrische Beleuchtung, 3; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elektrotechnisches Laboratorium II (mit Herrmann, Mattes und Hähnle), III (mit Mattes und Hähnle). — **Herrmann**: Elektrische Zentralanlagen und Leitungen, 2; Elektrotechnische Meßkunde I, 2; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Mattes und Hähnle), II, Übungen. — **v. Weyrauch**: Aerostatik und Aerodynamik, 2; Analytische Theorie der Ingenieurkonstruktionen, 4, Übungen, 4; Einleitung in die mathematische Theorie der Elastizität, 2. — **Berg**: Maschinenzeichnen, 12; Pumpen, 3. — **Maier**: Maschinenelemente (mit Röcker), 3, Konstruktionsübungen, 4; Hebezeuge (mit Röcker), Konstruktionsübungen, 4; Verbrennungsmotoren (mit Röcker), Konstruktionsübungen, 4. — **Thomann**: Wasserkraft-Maschinen, 6; Turbinen-Regulatoren, 1, Konstruktionsübungen, 2; Maschinenkonstruktionen (mit Treiber), 8; Maschinenkunde, Übungen, 4. — **Bantlin**: Dampfturbinen, 2; Dampfkessel, 3; Maschinenkonstruktionen (mit Stahl), 10. — **Baumann**: Elastizitätslehre, 3. — **Enßlin**: Elastizitätslehre, 3. — **v. Bach**: Materialprüfungsanstalt (mit Bischoff und Bretschneider), tägl.; Ingenieurlaboratorium (mit Stückle), Übungen; Erörterungen für Maschineningenieure, 1. — **Stückle**: Verbrennungsmotoren, Übungen, 1; Eis- und Kälteerzeugungsmaschinen, 2. — **Widmaier**: Rationelle Arbeitsverfahren und Einrichtungen in Maschinenwerkstätten, 1; Werkzeugmaschinen, 3, Konstruktionsübungen, 4; Einführung in das Patentwesen und Patentrecht, 1; Übungen zur mechanischen Technologie und Eisenhüttenkunde, 4. — **Johannsen**: Verarbeitung der Faserstoffe, 4. —

v. Hell: Unorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 2; Theoretische Chemie, 2; Übungen im Laboratorium für reine und pharmazeutische Chemie (mit Kauffmann, Schmidt, Bauer und Schaal), tägl. außer Sonnabend. — **Müller**: Physikalische Chemie, 2; Technische Chemie, 2; Metallurgie, mit Ausschluß der Eisenhüttenkunde, 1; Übungen im Laboratorium für Elektrochemie und technische Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Häussermann**: Chemische Technologie der Baumaterialien, 1. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie: Organischer Teil, 2; Toxikologie, 1. — **Kauffmann**: Repetitorium der unorganischen Chemie, 2; Kolloquium über organische Chemie, 2; Farbenchemie unter besonderem Eingehen auf die Chemie mehrkerniger Benzolderivate, 2. — **Schmidt**: Analytische Chemie, 2; Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 2. — **Rohland**: Anwendungen der physikalischen Chemie auf technische Analysen und Prozesse, 1 *g*; Technologie der Mörtel- und Tonmaterialien, 1 *g*; Chemie der anorganischen Kolloide, 1 *g*. — **Brunner**: Übungen in praktischer Photographie, 2. —

Haller: Trigonometrische Übungen, 2. — **Stübler**: Mathematische Geographie, mit Übungen, 2. — **Bretschneider**: Repetitionen in niederer Mathematik, 1. — **Reuschle**: Analytische Geometrie der Ebene (mit Stübler), 3, Übungen, 1; Differential- und Integralrechnung (mit Stübler) I, 6, mit Übungen, III, mit Übungen, 3, Ergänzungen, 1; Mathematisches Seminar, 1. — **Wölffing**: Krümmungstheorie, 3; Partielle Differentialgleichungen, 1 *g*. — **Mehmke**: Darstellende Geometrie (mit Stübler), 4, Übungen, 6; Mathematisches Seminar, 1; Vektoren- und Punktrechnung (mit Stübler), 3, Übungen, 1. — **Roth**: Perspektive, 2. — **Kriemler**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 6. — **Hammer**: Praktische Geometrie II, 5, Messungsübungen I und II, 12; Geodätische Exkursion, 14tägig; Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, Übungen, 2; Direkte Zeit- und geographische Ortsbestimmung, 1; Geodätische Übungen für Geodäten (mit Heer), 5, für Lehramtskandidaten, 3. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik: Mechanik, Optik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4; Selbständige physikalische Untersuchungen, tägl. — **Waitz**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 3, Übungen, 2; Populäre Astronomie, 2. — **Gans**: Praktische Übungen in einfachen Vermessungen: Orts- und Zeitbestimmungen, Trigonometrische Messungen usw., 2. — **Happel**: Kinetische Theorie der Gase, 1; Einführung in die mathematische Behandlung des Problems der drei Körper, 1. —

Wislicenus: Allgemeine Chemie II: Organische Chemie, 5, Ergänzungen, 1 *g*; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Bülow), ganz- oder halbtägig; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum (mit Weinland), ganz- oder halbtägig; Präparative Arbeiten (mit Wedekind), tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Bülow, Weinland und Wedekind), ganztägig. — **Thierfelder**: Physiologische Chemie: Zelle, Gewebe, 2; Praktischer Kursus der Chemie für Mediziner, 6; Praktischer Kursus der physiologischen Chemie, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Bülow**: Analytische Chemie II, 3; Theorie und Praxis des Patentgesetzes mit besonderer Berücksichtigung der chemischen Industrie, 1. — **Weinland**: Pharmazeutische Chemie II: Organischer Teil, 2; Quantitative Untersuchung der Arzneimittel, organischer Teil, 1; Forensische Chemie, 1; Metallammoniak-Verbindungen, 1. — **Wedekind**: Chemie der aromatischen Verbindungen I: Karbozyklische Reihe, 2; Einführung in die Elektrochemie und ihre Anwendungen, 1; Die radioaktiven Stoffe, 1; Physiko-chemisches und gasanalytisches Praktikum, 2. —

v. Brill: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Theorie der Krümmung der Flächen, 4; Übungen im Seminar, 2. — **N.N.**: Algebra und niedere Analysis, 3, Übungen, 1; Höhere Analysis I: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1. — **Maurer**: Funktionentheorie, 3, Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2, Übungen, 2. —

Universität Wien.

v. Lang: Experimentalphysik II, 4, Mathematische Ergänzungen, 1 *g*. — **Franz Exner**: Physikalisches Praktikum, 6; Physikalische wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. — **Hasenöhrl**: Theorie der Elektrizität II, 5; Proseminar für theoretische Physik, 1 *g*; Seminar für theoretische Physik, 1 *g*. — **Lampa**: Physikalische Übungen für Mediziner, 4. — **v. Schweidler**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten: Anleitung zur Anstellung von Schulexperimenten, 6; Ausgewählte Kapitel der Physik, mit spezieller Berücksichtigung von Dissertationsthemen, 2. — **Meyer**: Elemente der theoretischen Physik II: Magnetismus, Elektrizität und elektromagnetische Optik, 5. — **Haschek**: Physikalisches Praktikum für Vorgeschrittene, 8. — **Kohl**: Grundzüge der Potentialtheorie, 2. — **Przibram**: Die neueren Anschauungen über die Konstitution der Materie (Fortsetzung), 1. — **Ehrenhaft**: Statistische Mechanik, 1. — **Hann**: Anleitung zur Berechnung meteorologischer und klimatologischer Beobachtungen, 1; Ozeanographie II, 1; Der Erdmagnetismus als ein Kapitel der physikalischen Geographie, 1. — **Felix Exner**: Ausgewählte Kapitel aus der Optik der Atmosphäre, 1. — **Conrad**: Barometrische Höhenmessung, mit Exkursionen, 1. —

Skraup: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemie der Proteine, 1 *g*; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Arbeiten im II. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Wegscheider**: Theoretische und physikalische Chemie II, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Lippmann**: Organische Chemie II: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Arbeiten im chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene, tägl. — **Herzig**: Pharmazeutische Chemie, tägl. außer Sonnabend, Übungen, tägl. außer Sonnabend. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel der Chemie und Technologie der Nahrungsmittel, 2. — **Pribram**: Radioaktivität und Atomzerfall, 2. — **Franke**: Harnanalyse, 2; Maßanalyse, 2; Anleitung zur Ausführung chemisch-wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. — **Pollak**: Chemische Technologie der Rohstoffe des Tierreiches, mit Exkursionen, 2; Repetitorium der analytischen Chemie, 2; Übungen über ausgewählte Kapitel der pharmazeutischen Chemie, 4. — **Wenzel**: Chemische Technologie: Zement, Glas und Tonwaren, 1. — **M. Kohn**: Anleitung zur Ausführung chemisch-wissenschaftlicher Arbeiten, tägl.; Chemisches Repetitorium, 2. —

v. Escherich: Elemente der Differential- und Integralrechnung (Fortsetzung), 5, Übungen, 1 Tag *g*; Proseminar für

Mathematik, 1 Tag *g*; Seminar für Mathematik, 2 Tage *g*. — **Mertens**: Zahlentheorie (Fortsetzung), 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im mathematischen Proseminar, 1 *g*; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **Wirtinger**: Funktionentheorie (Fortsetzung), 5; Mathematische Statistik, 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar, 1 *g*. — **G. Kohn**: Synthetische Geometrie (Fortsetzung), 4, Übungen, 1 *g*; Nichteuklidische Geometrie, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik, 6. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik II, 3. — **Hahn**: Variationsrechnung (Fortsetzung), 3; Besprechung neuerer mathematischer Arbeiten (mit v. Schrutka und Tietze), 2 *g*. — **v. Schrutka**: Ausgewählte Kapitel der Zahlentheorie: Additive Zahlentheorie und Verwandtes, 3. — **Hanni**: Das Dualitätsprinzip der Geometrie und seine Anwendung, 2. — **Tietze**: Theorie der Kettenbrüche und ihre geometrische Deutung, 2. — **Hepperger**: Praktische Astronomie, 3; Astrophysik, 2. — **Schram**: Interpolationsrechnung und mechanische Quadratur, 2. — **Prey**: Kartenprojektionen, 2. —

Technische Hochschule Wien.

Jäger: Physik, 5. — **Mache**: Physik, 5, 4, 2. — **Sahulka**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Reithoffer**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Allgemeine Wechselstromtechnik, 2. — **Hochenegg**: Elektrotechnik, Praktische Übungen und Untersuchungen, 4; Elektrische Stromverteilung, 3; Bau und Betrieb elektrischer Anlagen, Übungen, 2. — **Pichelmayer**: Dynamobau, 3, Konstruktive Übungen, 11. — **Grau**: Elektrisches Beleuchtungswesen, 1. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Kick**: Mechanische Technologie I, 5. — **Hauptfleisch**: Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Technologie III, 5. — **Kobes**: Theoretische Maschinenlehre I, 4, II, mit Übungen, 3; Konstruktionsübungen zum Bau der Lasthebemaschinen, 12. — **Seidler**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Allgemeine Maschinenkunde, 3; Ausgewählte Kapitel der Maschinenkunde, 1. — **N. N.**: Maschinenelemente, $4^1/_2$; Dampfkessel, Dampfapparate und Behälter, 6. — **Baudiß**: Bau der Wärmekraftmaschinen I, $4^1/_2$. — **Budau**: Bau der Wasserkraftmaschinen und Pumpen I: Hydraulik, 3, Übungen, 3. Konstruktionsübungen, $12^1/_2$; Wasserkraftanlagen, $1^1/_2$. — **Meter**: Feuerungstechnik, Heizung, Lüftung und sonstige gesundheitstechnische Ausbildung von Wohn-, Fabriks- und öffentlichen Gebäuden, $2^1/_2$. — **v. Stockert**: Eisenbahnmaschinenwesen, 3; Lokomotivführung, 3. —

Suida: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Bamberger**: Übungen zur allgemeinen Experimentalchemie, 20; Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie I, $1^1/_2$, II, 2. Übungen, 4; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Feitler**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen und theoretischen Chemie, 1. — **Skrabal**: Das System der chemischen Elemente, 2. — **Böck**: Arbeitsmethoden in der organischen Chemie, 2; Katalytische Beschleunigung organischer Reaktionen, 1. — **Paweck**: Technische Elektrochemie, 2; Die Elektrometallurgie des Eisens, 1. — **Abel**: Theoretische Elektrochemie II, 1; Chemische Thermodynamik, 1. — **Klimont**: Chemie der ätherischen Öle und der Riechstoffe, 2. — **Lippmann**: Chemie der Benzolderivate, 3. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Erban**: Chemische Textilindustrie III und IV, 1. — **Strache**: Beleuchtungswesen. —

Zsigmondy: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **N. N.**: Mathematik I, 5. — **Czuber**: Mathematik II, 5, Korrepetitionen. — **N. N.**: Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 2. — **v. Schrutka**: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 1. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 3, II, 3. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktives Zeichnen, 6; Die Abbildungsmethoden der darstellenden Geometrie, 2, Konstruktionsübungen, 2; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie II, 3, Konstruktionsübungen, 2. — **Finger**: Mechanik I: Starre und flüssige Körper, $7^1/_2$, Korrepetitionen und Übungen; Analytische Mechanik des materiellen Punktes und der Punktsysteme, 2. — **Jung**: Mechanik I: Starre und flüssige Körper, $7^1/_2$, Übungen, 2; Hydraulik, 3, Übungen, 3. — **N. N.**: Allgemeine Mechanik, 3; Festigkeitslehre und Statik der Hochbauwerke, 3. — **Girtler**: Potentialtheorie, 2; Hydromechanik, 2. — **Pollack**: Praktische Übungen zu den Elementen der niederen Geodäsie, 5. — **Dolezal**: Praktische Geometrie, $7^1/_2$, Übungen, 5; Situationszeichnen, 3; Geodätischer Kurs, 4; Photogrammetrie, Übungen, 2. — **Tinter**: Sphärische Astronomie, 4; Übungen im Beobachten und Rechnen, $3^1/_2$; Geodätische Rechenübungen, $2^1/_2$. — **Prey**: Über die Berechnung der Dreiecke auf der Kugel und dem abgeplatteten Rotationsellipsoid, 1. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Praktische Übungen im physikalischen Institut, 4 bezw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Einleitung in die theoretische Physik, 4. — **Harms**: Radioaktivität, 2. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halb- und ganztägig; Praktikum der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- und ganztägig. — **Tafel**: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Praktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl. — **Manchot**: Maßanalyse, unter Berücksichtigung der durch das deutsche Arzneibuch vorgeschriebenen Methoden, 1. — **Reitzenstein**: Heterozyklische Verbindungen, 2. — **Pauly**: Die Pflanzenalkaloide, 1. —

Prym: Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen II, 4; Übungen der Differential- und Integralrechnung, 2 *g*; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, 2 *g*. — **Rost**: Analytische Mechanik der Systeme starrer Körper, 4; Theorie der partiellen Differentialgleichungen 2. Ordnung, 2; Astronometrie, 2; Astronomisches Praktikum, *g*; Algebraische Analysis, 2 *g*; Methodik zur Lösung planimetrischer Konstruktionsaufgaben, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der höheren Funktionentheorie, 2 *g*. — **v. Weber**: Analytische und synthetische Geometrie der Kegelschnitte, 4; Darstellende Geometrie II, 4, Übungen, 4 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik II, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag, für Vorgerücktere, tägl. — **Adler**: Theorie und Experiment in der Physik, 1; Mechanik, 3; Physikalisches Seminar, 2. — **Greinacher**: Die Strahlen der Vakuumröhre unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlen, mit Experimenten, 1. — **Meyer**: Elektronenlehre, mit Experimenten, 1. —

Werner: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Chemie II, 2; Chemisch-analytisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere: Präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten, tägl.; Elektrochemische Übungen, 2 Nachmittage; Technisch-chemische Übungen, 1 Nachmittag; Chemisches Halbpraktikum, halbtägig. — **Abeljanz**: Quantitative chemische Analyse mit Berücksichtigung der elektrolytischen Methoden, 2; Chemie und Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1, Übungen, 4 oder 8; Anleitung zu chemischen Arbeiten im Laboratorium, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, 3 Tage, für Studierende der Naturwissenschaften, 3 Tage, für Anfänger und Vorgerücktere (Nichtchemiker) tägl., für Kandidaten des Sekundarlehramtes, 6. — **Pfeiffer**: Aromatische Chemie II, inklusive Farbstoffe, 3; Chemische Gleichgewichts- und Geschwindigkeitslehre, 2; Heterozyklische Verbindungen, 1. — **Grün**: Fette, Kohlehydrate und Eiweißstoffe (Fettreihe III), 2. —

Schmidt: Differential- und Integralrechnung II, 4; Differentialgleichungen II, 4; Übungen für Vorgerücktere, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie II, mit Übungen, 4; Analytische Geometrie II, mit Übungen, 3; Kartenprojektionen, 1. — **Gubler**: Politische Arithmetik: Anlehens- und Versicherungsrechnung, 2; Hauptsätze der Differential- und Integralrechnung,

2: Inhalt und Methode des geometrischen Unterrichts an der Mittelschule, 1. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmungen, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 9; Einleitung in die Astrophysik, 2. — **de Quervain**: Theorie und Praxis der wichtigsten geographischen Reise-Instrumente, mit Übungen, 14tägig. 2; Meteorologisches Kolloquium: Besprechung neuerer meteorologischer Literatur, 14tägig, 2 *g*. —

Technische Hochschule Zürich.

H. F. Weber: Physik, 4, Repetitorium, 1; Prinzipien, Apparate und Meßmethoden der Elektrotechnik, 2; Einführung in die Theorie des Wechselstroms, 2; Elektromechanik, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten in Physik, 8, 12, 24; Elektrotechnisches Laboratorium, 8, 16; Leitung der experimentellen Diplomarbeiten in Elektrotechnik. — **Weiß**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12, 24. — **Schweitzer**: Physik, 4, Repetitorium, 1; Das Heylandsche Diagramm, 1; Physikalische Limnologie, mit Exkursionen, 1 *g*. — **Cherbuliez**: L. Eulers physikalische Arbeiten, 1; Die Anziehung der Erde und ihre wichtigsten Erscheinungen, geschichtlich und theoretisch, 1; Geschichte der Physik im 17. und 18. Jahrhundert II, 2. — **Wyßling**: Elektrische Zentralanlagen I, 2; Elektrische Bahnen, 2. — **Tobler**: Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Schwachstromtechnik (Fortsetzung), 1. — **Stodola**: Dampfmaschinenbau II, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren, 12; Gasmotoren (Fortsetzung), 1; Übungen in der kalorischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Farny**: Bau von Dynamomaschinen I, 3; Besondere Kapitel aus dem Dynamobau, 3. — **Prášil**: Hydraulische Motoren und Pumpen I, 2, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen und Demonstrationen im Laboratorium, 3; Fabrikanlagen, 2; Übungen in der hydraulischen Abteilung des Maschinenlaboratoriums, ½ Tag. — **Escher**: Mechanische Technologie I: Metallurgie, 4, Repetitorium, 1, III: Werkzeugmaschinen (Fortsetzung), Spinnerei, 3, Repetitorium, 1. — **Fliegner**: Theoretische Maschinenlehre I: Praktische Hydraulik, Meßmethoden, 4, Übungen, 2, III: Lokomotiven, 3, Übungen, 2. — **Kienast**: Kinematik, 2 *g*. — **Kummer**: Maschinenlehre II, 2, Übungen und Repetitorium, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der elektrischen Traktion (Schluß), 1 *g*; Elektromotorisch betriebene Transportanlagen für Massengüter, insbesondere für Bekohlung von Gaswerken und Heizhäuser, 1. — **Lüchinger**: Kostenanschläge für Ingenieurarbeiten, 1. — **Meyer**: Maschinenzeichnen, 2, Übungen, 6; Skizzierübungen, 2; Maschinenbau: Transmissionen und Hebezeuge, 4, Repetitorium, 1; Maschinenkonstruieren und Demonstrationen im Laboratorium, 9. — **A. Weber**: Mechanik und Maschinenlehre, 4, Repetitorium und Übungen, 3; Feuerungsanlagen, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Barbieri**: Photographie II, 1; Photogrammetrie, 1; Photographisches Praktikum, 2. —

Treadwell: Analytische Chemie II, 2; Chemisch-technische Analyse mit Übungen, 4; Probierkunde II, mit Übungen, 2; Analytisch-chemisches Praktikum, 16, 24 und tägl.; Chemisches Praktikum, 2 bezw. 4. — **Berl**: Explosivstoffe, 1; Anorganische Farbstoffe, 1. — **Bolhard**: Anorganische chemische Technologie, 3, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Baumaterialien, 2, Repetitorium, 1; Nahrungsgewerbe, 2; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Cérésole**: Künstliche organische Farbstoffe, 3, Repetitorium, 1; Beleuchtungsindustrie, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Thermochemie, 1; Untersuchung, Verwendung und Begutachtung der Brennmaterialien, 1. — **Grete**: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden, 2 *g*. — **Hartwich**: Pharmazeutische Chemie, 5; Ätherische Öle, 1; Toxikologie, 2; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Technische Mikroskopierübungen II: Nahrungsmittel und Gewürze, 4; Warenkunde, 2; Chemische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, tägl.; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl. — **Kaufler**: Organische Elektrochemie, 1 *g*; Konstruktionsbestimmung durch physikochemische Methoden, 1 *g*; Molekulartheorie, 1 *g*. — **Lorenz**: Physikalische Chemie I, 2; Technische Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum für Anfänger, ½ Tag; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, tägl. — **Schmidlin**: Spezielle anorganische Chemie: Seltene Erden und radioaktive Elemente, 1; Theoretische Chemie der Farbstoffe, 1. — **Schulze**: Organische Chemie, 3, Repetitorium, 1; Agrikulturchemie II: Fütterungslehre, 2; Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 4 und 8; Agrikulturchemisches Praktikum für Vorgerücktere, 24. — **Willstätter**: Organische Chemie, 6, Repetitorium, 1, II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisch-chemisches Praktikum, 16 und 24; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Physiologische Chemie, 2; Anleitung zu den Arbeiten im agrikulturchemischen Laboratorium, 1. —

Großmann: Darstellende Geometrie, 2, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Projektive Koordinatengeometrie, 2, Übungen, 1. — **Baeschlin**: Vermessungskunde I, 4, Übungen, 3, Übungen II, 1 Tag, III, mit Repetition, 3, Größere Vermessungsübungen, 2 Wochen. — **Dumas**: Ausgewählte Kapitel der Infinitesimalrechnung, 2. — **Du Pasquier**: Versicherungsmathematik I: Ausgewählte Kapitel aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **Franel**: Integralrechnung, 4, Repetition, 1, Übungen, 2; Mathematisches Seminar (mit Hurwitz), 2. — **Hurwitz**: Algebraische Gleichungen, 4. — **Geiser**: Ebene Kurven, 4. — **A. Herzog**: Mechanik I, 6, Repetitorium, 1, Übungen, 2. — **Hirsch**: Integralrechnung, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Determinantentheorie, 2; Mathematische Übungen, 2. — **Keller**: Repetition der darstellenden Geometrie, praktisch ausgewählte Kapitel, 2. — **Kollros**: Beschreibende Geometrie, 2, Repetition, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage und des Kreises, 2. — **Kraft**: Analytische Mechanik, 3; Geometrischer Kalkül, 3 und 1; Vektoranalysis, 2—3. — **Meißner**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Mechanik, 3. — **Rudio**: Anwendungen der höheren Mathematik, 4. — **Wolfer**: Geographische Ortsbestimmung, 3; Übungen im astronomischen Beobachten, 3; Einleitung in die Astrophysik, 2. —

Gesuche.

Physiker oder Ingenieur

mit Kenntnissen auf dem Gebiete der schnellen elektrischen Schwingungen (drahtlose Telegraphie, besonders Telephonie) und experimentellen Fähigkeiten wird sofort zum Eintritt **gesucht.** Offerten mit Gehaltsansprüchen unter **S. H. # 293** durch die Exped. dieser Zeitschrift.

Abteilung für Metallprüfung sucht für sofort

Assistenten

mit abgeschlossener Hochschulbildung und **Laboratoriumspraxis.** Vorstellung zwischen 9 und 2 Uhr.

Kgl. Materialprüfungsamt
Gr.-Lichterfelde W., Potsdamer Chaussee.

Assistent

(promovierter Physiker) an ein physikalisches Institut für Praktikum und wissenschaftliche Arbeiten **gesucht.** Gesamteinkommen 1800 M. Eintritt sofort. Offerten bef. die Exped. dies. Zeitschr. u. **S. H. # 294.**

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Friedrich Krüger in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.

JJ Have other vols